山口大学農学部学術報告

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE
YAMAGUTI UNIVERSITY

No. 11

FACULTY OF AGRICULTURE, YAMAGUTI UNIVERSITY
SIMONOSEKI, JAPAN
1 9 6 0

目　次

頁

福岡県若松市畑地土壌綜合調査報告

CONTENTS

PHYSIOLOGICAL FUNCTION OF SILICA IN THE RICE PLANT

REPORT III

By

Hajime ISHIBASHI* and Keiji AKIYAMA**

The most important physiological function of silica on the growth of rice plant seems to protect the plant from outside enemies such as disease germs. If we cultivate the rice plant in silica-free culture solution, the plant suffers severely from rice wilting disease and rice leaf spot etc. and the yield of rice is very low.(1) The rice plant can not probably attain normal or healthy growth without silica.

It is very significant to study the growth of the rice plant in silica-free culture solution, as diseases are prevented by other means than silica.

Therefore, our purpose in this has been the cultivation of the rice plant in germ-free air. However, the method used to produce germ-free air was not adequate and the experiments failed last year(2) and the year before last,(3) as reported.

In this study, according to last year's results, the method to obtain germ-free air was further improved. The improved points are; (a) washing bottles of conc. sulphuric acid were abandoned as the minute amount of vapour of the acid evolved was very harmful to the plant, and germ-free air was made only by heating. (b) The action of cotton filter was strengthened, as the dust in the air is a noticeable source of silica to the silica-free water culture rice plant. (c) Supply of germ and dust-free air was increased to about five fold.

---

* Professor of Soil and Fertilizers (Laboratory of Soil and Fertilizers, Faculty of Agriculture, Yamaguti University.)

** Assistant (Laboratory of Soil and Fertilizers, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

Experimental

Preparation of germ and dust-free air

The apparatus for the preparation of germ and dust-free air, connected with culture room is shown in Fig. 1.

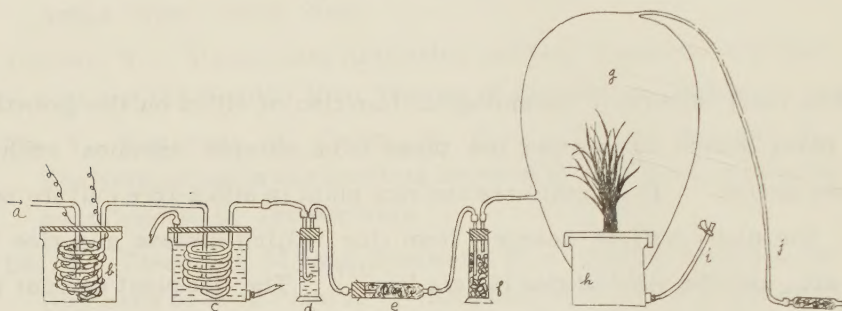



Fig. 1. Apparatus for preparation of germ and dust-free air, connected with culture room. a. Air inlet tube. b. Electrical heating glass tube. c. Water cooled tube. d. Water washing bottle. e. Cotton filter. f. $CaCl_2$ cylinder. g. Vinyl culture room. h. Culture pot. i. Pipe for changing culture solution. j. Air outlet tube.

The air flow from blower enters through tube "a", electrical heating glass tube "b", which is of hard glass about one meter long and 8 millimeters inside diameter coiled in a spiral and is heated to dull red by electric current in the nichrome wire around the tube. The sterilized hot air from "b" cools to its original temperature by passing through water cooled tube "c", then passes through water washing bottle "d" and enters cotton filter "e" where practically all dust in the air is taken out, next the air passing through $CaCl_2$ cylinder "f" becomes dry and enters vinyl culture room "g".

Vinyl culture room

The vinyl culture room is a bag made from vinyl sheet of 0.1 mm. thickness, supported by an iron frame inside, and large enough for the rice plant to grow freely.

Amount of air passed through the vinyl culture room

The amount of germ and dust-free air passed through the vinyl culture room was 2100–2900 liters per day.

Culture pot

The culture pot is made of earthen ware and the inner surface is covered with vinyl tube "i". The change of the culture solution was done through this tube.

The lid is made of wood and has a hole of 5 cm. in diameter to hold the rice plant which is completely covered by the vinyl sheet.

The culture solution and the rice plant never touch anything except the vinyl sheet.

Culture solution

The culture solution was made dissolving the following reagent in distilled water so as to contain the following nutriments.

Salts; $Na_2HPO_4 10H_2O$, KCl, $FeCl_3$, $MgCl_2 6H_2O$, $CaCl_2$, $(NH_4)_2SO_4$, NH_4NO_3.

Nutriment;

	mg/ℓ
N	18.7
P_2O_5	9.2
K_2O	21.7
CaO	6.0
MgO	5.9
SO_3	5.0
Fe_2O_3	3.5

Minor elements were also added by adding $CuSO_4$, $ZnSO_4$, H_3BO_3, and $(NH_4)_2MO_4$.

Silica was added as sodium silicate to the culture solution, SiO_2 being 300mg. per liter. The reaction of the culture solution was finally adjusted to pH 5.2–6.0 with HCl or NaOH.

The culture solution was renewed on the following days.

July 10th to July 28th; Every day.

July 29th to Aug. 14th; Every other day.

Aug. 15th to Sept. 5th; Every day.

Sept. 6th to Oct. 1st; Every day.

Oct. 2nd to harvest: Every other day.

Cultivation of rice plant

The seed of paddy rice plant "Mihonisiki", after sterilizing with "Uspulun", was dipped in water and placed in a 25°C thermostat on the 27th of May. After germination the seed was transfered to the culture pot in open air. The rice plant, when it had grown to 15 cm. height, on the 22nd of June, was transplanted in the germ and dust-free culture room and in open air culture pot.

The rice plant was cultivated until maturity.

Plot

There are the following plots in the experiment.

Plot No. Plot name

1. Silica free, in germ and dust-free air room.
2. Silica free, in open air.
3. Silica added, in open air.

Result

The growth of the rice plants

The growth of the rice plants is given in the Table 1.

Table 1. The growth of the rice plants

Plot No.	Head sprouting	Ripening stage	In mature rice plant				
			Death of old leaves	No. of disease spot		Stem	
				Rice blast	Leaf spot	Length (cm)	Number
1	Sept. 28th	Nov. 11th	Few	0	0	95	53
2	Sept. 18th	Nov. 3rd	Many	101	13	90	20
3	Sept. 17th	Oct. 30th	Few	1	0	109	27

In Table 1, the rice plant in Plot 1 (Silica free, in germ and dust-free air room) was later in head sprouting and ripening than those of Plot 3 (Silica added, in open air), and had no disease spots. As the rice plant in Plot 2 (Silica free; in open air) had a great number of disease spots, this shows the effect of cultivation in germ-free air.

The stem length in silica free plots (1 and 2) was a little lower than that of silica added plot.

The stem number in Plot 1 was especially large which was perhaps due to the temporary stoppage of tillering followed by vigorous recovering, caused by the minute amount of sulphuric acid vapour from the conc. sulphuric acid washing bottle which was necessary to use because of an electric stoppage on the 2?th of July.

Investigation on matured rice plants

The matured rice plants were harvested on the 11th of Nov. After washing the roots carefully in distilled water, the plants were wrapped in a sheet of Japanese paper and hung in a well ventilated room for drying.

The results of the investigation on the air-dried rice plants are given in Tables 2 and 3.

Table 2. Yield and colour of the rice plants

Plot No.	Yield (In one pot)									Colour	
	Perfect grain		Grain without rice		Rice	Straw	Perfect grain	1000 grain weight	Root	Rough rice	Hulled rice
	No.	Weight	No.	Weight							
		g		g	g	g	%	g	g		
1	378	9.3	1850	4.3	7.3	96.6	16.97	19.31	19.8	Brown	Brownish
2	978	24.2	531	1.4	20.6	48.0	64.81	21.04	12.0	Brown yellow	Light brown
3	2203	55.8	212	0.5	46.3	82.3	91.22	21.02	10.3	White yellow	Normal colour

In Table 2, the yield of Plot 1 is somewhat greater in straw, and very less in rice than that of Plot 3. The small yield of rice in Plot 1 is due to the small number of perfect grains but not to the total number of grains, as the percentage of the perfect grains is only 16.97, whereas the percentage of perfect grains of Plot 3 is 91.22.

The colour of the rough rice of Plot 1 is brown, which is abnormal in

this variety, but of Plot 3 it is nomal white-yellow.

In Plot 2, the yield of rice and straw, the percentage of perfect grains and the colour of rough rice are all intermediate between those of Plot 2 and Plot 3.

Table 3. Silica and ash contents in the air dried rice plants

	Plot No.	Leaf	Node	Inter-node	Hull	Rice	Root
		%	%	%	%	%	%
SiO_2	1	0.01	0.17	0.12	0.02	0.04	0.09
	2	0.75	0.22	0.19	1.26	0.05	0.22
	3	23.50	11.16	9.89	28.64	0.14	3.06
Ash	1	6.51	8.49	7.06	2.88	1.99	6.73
	2	5.93	7.58	8.73	7.52	1.97	7.58
	3	28.85	16.10	20.35	20.56	1.89	9.21

In the Table 3, the silica percentage of the rice plant of Plot 1 (Silica free, in germ and dust-free air) was 0.01—0.17 which is very low, whereas that of Plot 2 (Silica free, in open air) was 0.22—1.26. The great difference between the two plots was obviously due to the siliceous dust in the air.

The silica percentage of Plot 3 (Silica added, in open air) was 3.06—28.64 (except that of the hulled rice), which is an astonishingly large figure, especially for leaf and hull content.

The silica percentage of the rice is least affected by the addition of silica in the culture solution.

Discussion

The rice plant cultivated in the silica-free culture solution in germ and dust-free air had only a trace amount of silica, was attacked by no diseases, and its leaves and stems grew just the same as the normal rice plants which grew in silica added in open air. The perfect grains which had rice kernels were few in number, although the total number of grains was not small. The colour of the hull was abnormally brown.

The rice plant which was cultivated in the silica-free culture solution in open air contained a small, but somewhat larger, amount of silica than

the above mentioned rice plant, and was severely attacked on the leaves and grains by diseases which diminished the growth and the yield of rice and straw. The colour of the hull was brownish and lighter than the above-mentioned rice plant.

The rice plant which was cultivated in silica-added culture solution had a large amount of silica especially in the leaf and hull which was exposed to the air, and was not attacked by diseases. The growth and yield of rice and straw was normal. The colour of the hull was also normal.

From the above facts, the effect of silica on the growth of rice plants can be summerized as follows.

(1) One of the most important functions of silaca in rice plants is to protect the plant from outside enemies such as the attack of diseases.

(2) It seems that some amount of silica is necessary to bear perfect grains containing rice kernels. As the percentage of perfect grains to total grains increased according to the silica content. But this can not be definite as there is no silica added plot in the germ and dust-free air.

(3) The brown colour of the hull at Plot 1 was probably a symptom of silica deficiency in the rice plant.

Summary

To know the effect of silica on the growth of a rice plant, a rice plant was cultivated in a silica-free culture solution in germ and dust-free air, parallel with a rice plant in silica-free or silica-added culture solution in open air. And the following result was obtained.

One of the most important functions of silica in rice plants is to protect the plant from the attack of outside enemies such as disease germs.

The production of perfect grains seems to be related to the silica in rice plants but it is uncertain untill more studies are completed.

The brown colouration of the hull seems to be a silica-deficiency symptom in the rice plant.

References

1. Ishibashi, H. 1952. The influence of silica on the growth of cultivated plants, Fukuoka Pref. Agr. Exp. Station.

2. Ishibashi, H. and Akiyama, K. 1959. Physiological function of silica in the rice plant, Report II. Bull. Fac. Agr. Yamaguti Univ., No. 10 pp. 1195–1196.

3. Ishibashi, H. and Kawano, M. 1958. Physiological function of silica in the rice plant. Bull. Fac. Agr. Yamaguti Univ., No. 9 pp. 917–922.

Growth of fhe rice plants on Sept. 14th, just before head sprouting.
Right: silica added in open air.
Middle: silica free in open air.
Left: silica free, in germ and dust-free air room.

ILLUSTRATIONES FUNGORUM BAMBUSICOLORUM VIII***

auctore

Iwao HINO* et Ken KATUMOTO**

142. *Podosporium muroianum* HINO et KATUMOTO, n. sp.

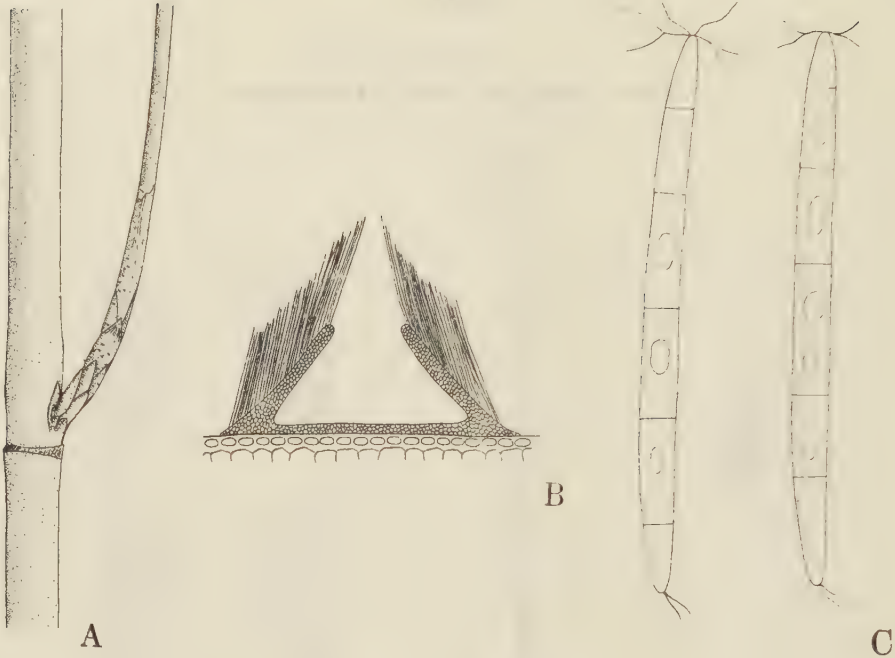
Synnematibus gregariis, superficialibus, setiformibus, erectis, ad apicem attenuatis atris, 0.7~1.2 mm altis, base 16~26 μ crassis; conidiophoris a magna parte synnematis nascentibus, sparsis, solitariis, brevibus, brunneis, septatis; conidiosporidiis acrogenis, solitariis, oblongis vel oblongo-fusoideis, apice utrinque rotundatis, 6-septatis, ad septa vix constrictis, fusco-viridis, verrucosis in maturitate, guttatis, 29.3~45.6× 10~12.5 μ.

Hab. in culmis vivis *Pleioblasti linearis*. Mt. Yonaha-dake, Kunikami-mura, Ryûkyû (Julius 25, 1959. H. MUROI legit).

A. culmus morbidus B. synnema C. conidiosporae

* Professor Pathologiae Plantarum in Facultate Agriculturae in Universitate Yamagutiensi.

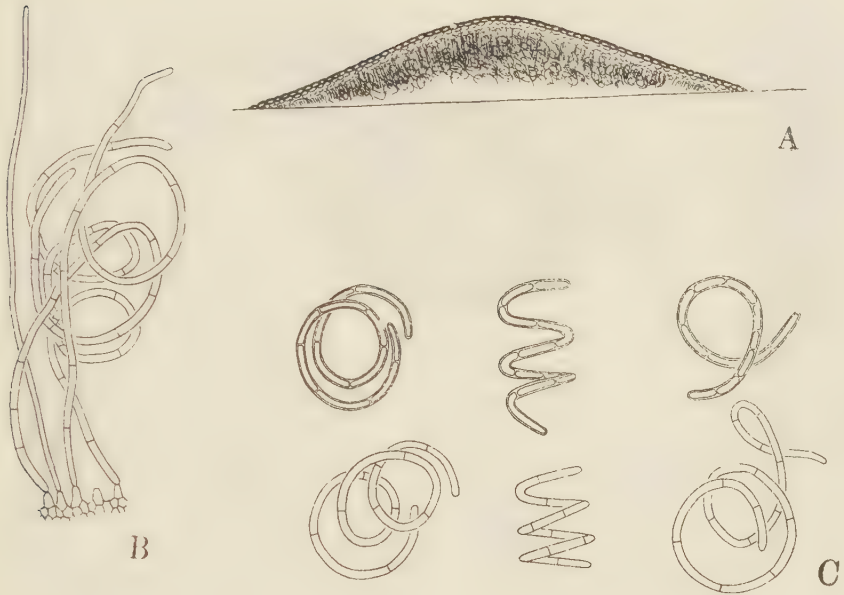
** Adjutor in Facultate Agriculturae in Universitate Yamagutiensi.

*** Specimina fungorum novorum in hoc libello descripta asservantur apud Herbarium Facultatis Agriculturae in Universitate Yamagutiensi.

143. *Chaetopatella ryukyuensis* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Pycnidiis sparsis vel leviter gregariis, solitariis, superficialibus, primum coniculis, dein scutellariformibus vel disciformibus, base 200～300 μ latis, 150～250 μ altis; contextu subcoriaceo, pseudoparenchymatico, atro-brunneo, 10～15 μ crasso; setulis super pycnidio dense cespitosis, numerosis, linearibus, simplicibus, rectis, continuis, apice obtusis, fusco-brunneis, 110～260×3～3.5 μ; conidiophoris indeterminatis; conidiosporis longi vermiculariformibus, apice utrinque obtusis et 2-ciliatis, 5-septatis, non constrictis, hyalinis, guttatis, 32～39×2.5～3 μ; ciliis apicalis filiformibus, dichotomice furcatis, sed plerumque irregulariter ramosis, hyalinis, 5～6×0.5 μ; ciliis basilaris lateralibus, hyalinis, 3～4×0.5 μ.

Hab. in vaginis putrescentibus *Pleioblasti linearis*. Yonaha-dake, Kunikami-mura, Ryûkyû (Julius 26, 1959. H. MUROI legit).

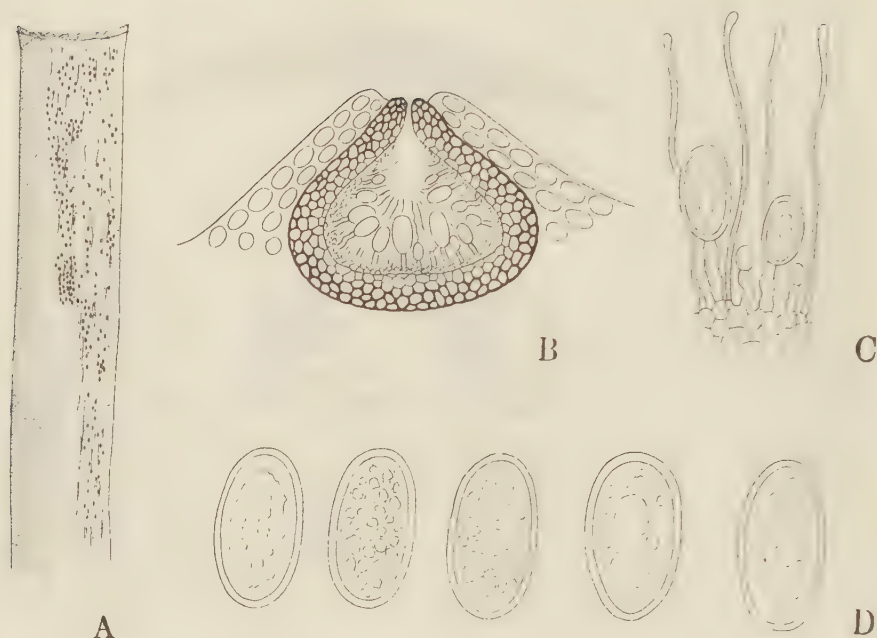
Affinis *Chaetopatella coronata* HINO et KATUMOTO, sed differt sporidiis minoribus et pauci-septatis.

A. culmus morbidus　　B. pycnidium
C. conidiosporae

144. *Helicothyrium ryukyuense* HINO et KATUMOTO

Pycnidiis superficialibus, sparsis vel paulo gregariis, solitariis, dimidiato-scutatis, convexis, rotundatis, glabris, astomis, 250～400 μ diam.; contextu superne radiato, membranaceo, opaco, atro-fusco, ad margine paulo fimbriato; contextu interioris membranaceo, albo, cum cellulis polyhedricis; conidiophoris nascentibus infra pycnidium, brevi-cylindraceis, tubercularibus, continuis, hyalinis, 3～4×1.5～2 μ; conidiosporis acrogenis, solitariis, longis, linearibus, helico curvatis, multiseptatis, ad septa non vel vix constrictis, apice utrinque rotundatis vel obtusis, laevibus, hyalinis, guttulatis, 65～160×2.5～3 μ; paraphysibus commixtis, plerumque marginalibus, filiformibus, simplicibus, sinuatis sed non curvatis, continuis, apice utrinque obtusis hyalinis, 60～100×1.5～2 μ.

Hab. in culmis vivis *Pleioblasti linearis*. Mt. Yonaha-dake, Kunikami-mura, Ryûkyû (Julius 26, 1959. H. MUROI legit); Gogayama, Nakizin-mura, Ryûkyû (Julius 26, 1959. H. MUROI legit).

A. pycnidium C. conidiosporae

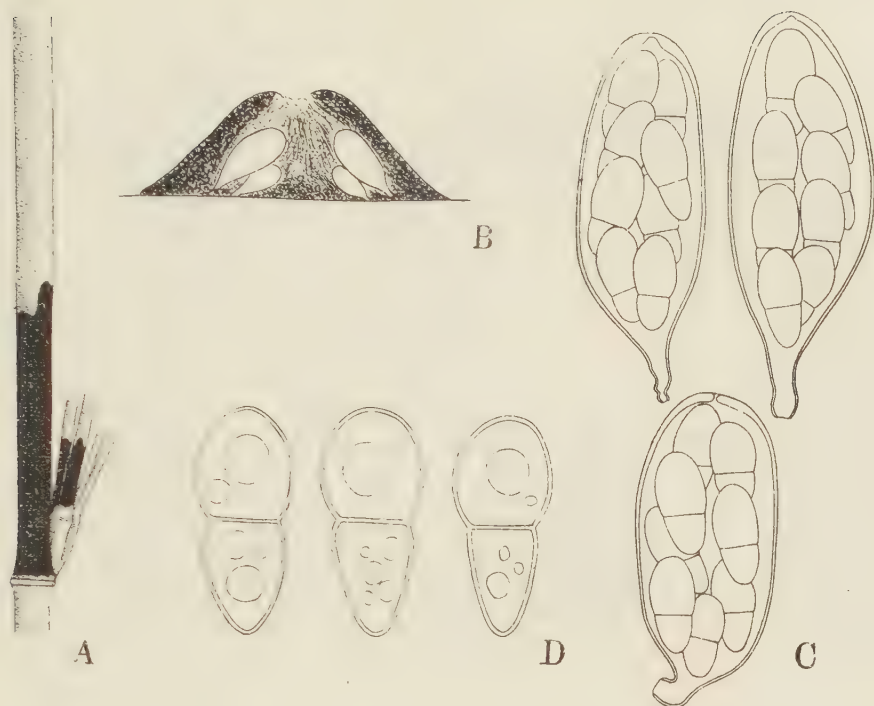
B. conidiophorae, conidiosporae et paraphysis

145. *Zythia australis* Hino et Katumoto, n. sp.

Pycnidiis gregariis vel sparsis, subepidermatibus, mox erumpentibus, globosis vel subglobosis, pseudoparenchymaticis, carneis, roseo-purpureis, glabris, apice papillato-ostiolatis, 95～130μ diam., 80～110μ altis; conidiophoris basilariter lateraliterque nascentibus, cylindraceis, simplicibus, continuis, hyalinis, 9～17×3～5μ; conidiosporidiis solitariis ad apicem conidiophorae, ellipticis vel oblongis, continuis, hyalinis, guttulatis, 22.1～27.7×12.4～14.6μ; episporio 2～3μ crasso; paraphysibus filiformibus, simplicibus, aseptatis, apice paulo capitatis, hyalinis, 48～65×1.5～2μ.

Hab. in culmis emortuis *Phyllostachydis bambusoides*. Gogayama, Nakizin-mura, Ryûkyû (Julius 26, 1959. H. Muroi legit).

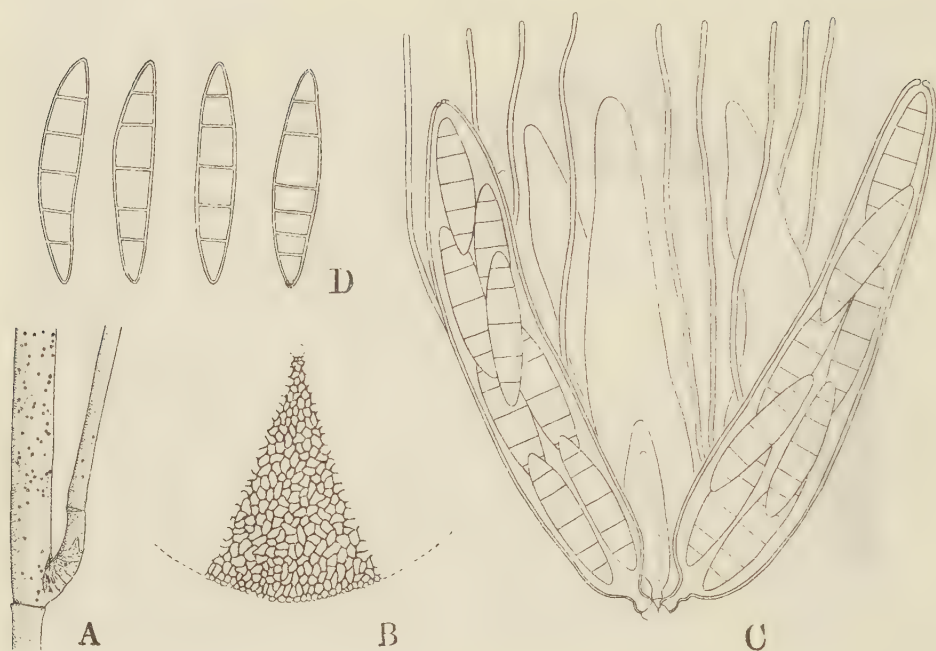
A. culmus morbidus B. pycnidium

C. conidiophorae, conidiosporae et paraphyses

D. conidiosporae

146. *Schizothyrium pleioblasti* HINO et KATUMOTO, n. sp.

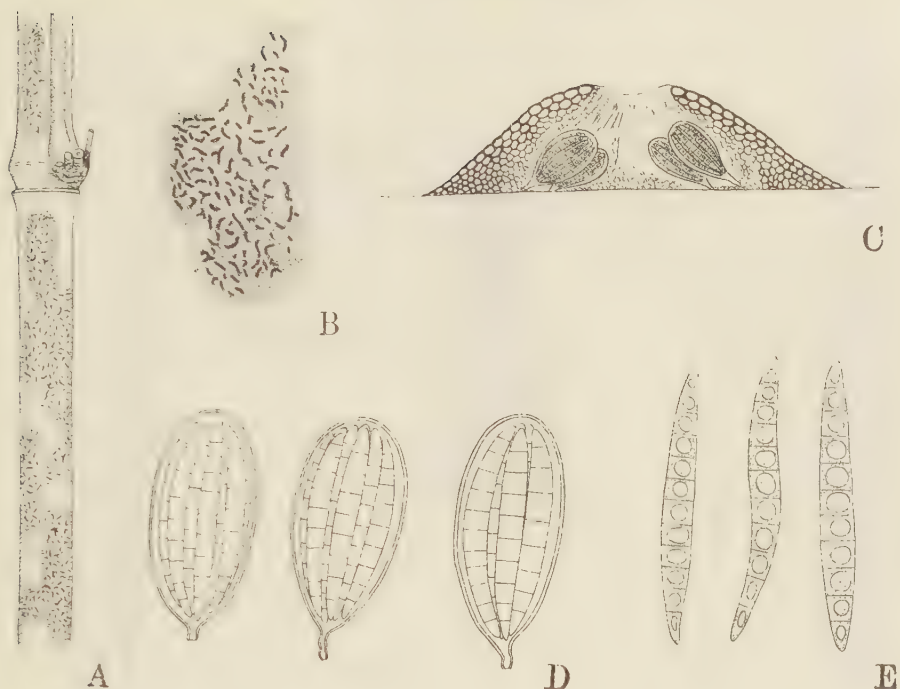
Subiculo superficiali, tenuiter effuso, fuligineo, ex hyphis plectenchymaticis, brunneis, 2.5~3 μ crassis composito; ascomatibus gregariis, superficialibus, ellipticis vel oblongatis, 300~500 μ longis, 255~300 μ latis; contextu membranaceo, pseudoparenchymatico, atro brunneo, ex cellulis polyhedricis composito; ostiolis rimosis; ascis oblongis vel ovato oblongis, apice rotundatis et paulo incrassatis, breviter stipitatis, octosporis, aparaphysatis, 50.5~63.5×18~24.5 μ; ascosporidiis oblongis vel obovato-oblongis, ad basim attenuatis, 1-septatis, ad septum constrictis, apice utrinque rotundatis, hyalinis, guttatis, 16.3~18.9×8.4~9.1 μ.

Hab. in culmis vivis *Pleioblasti simonii*. Kawakamikyô, Urbs Saga, prov. Hizen (Junius 3, 1958. I. HINO legit).

A. culmus morbidus B. ascoma
C. asci D. ascosporae

147. *Micropeltis ryukyuensis* HINO et KATUMOTO, n. sp.

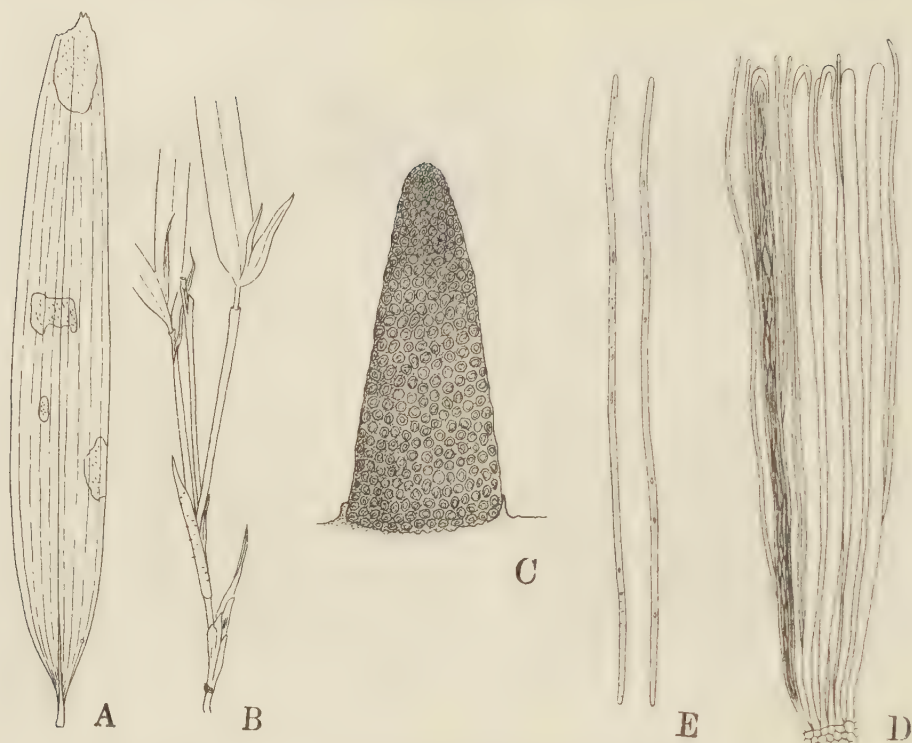
Hyphis non visis; ascomatibus sparsis vel leviter gregariis, superficialibus, dimidiato-scutatis, convexis, rotundatis, 450~600 μ diam., 100~150 μ altis; contextu coriaceo, non radiato, atro-fusco, apice ostiolato; ostiolis, rotundatis, 10~14 μ diam.; hymeniis unicis; ascis clavatis vel cylindro-clavatis, apice rotundatis, breviter stipitatis, octosporis, 74~105 × 11~17 μ; paraphysibus numerosis, filiformibus, simplicibus, aseptatis, 70~120 × 1~1.5 μ; ascosporidiis distichoideis, fusoideis, 5-septatis, ad septa non constrictis, apice utrinque obtusis, laevibus, hyalinis, 22.8~29.3 × 5~6 μ.

Hab. in culmis emortuis *Pleioblasti linearis*. Mt. Yonaha-dake, Kunikami-mura, Ryûkyû (Julius 25, 1959. H. MUROI legit).

A. culmus morbidus B. contextus ascomatis
C. asci D. ascosporae

148. *Linopeltis ryukyuensis* HINO et KATUMOTO

Pelliculis superficialibus, tenuiter effusis, pseudoparenchymaticis, atro-brunneis; ascomatibus gregariis, superficialibus, linearibus, plerumque curvatis, interdum ramosis et Y- vel T-formibus, convexis, glabris, 0.3~1.8 mm longis, 200~300 μ latis, 80~100 μ altis; contextu coriaceo, pseudoparenchymatico, atro-fuligineo, longitudinaliter rimoso; ascis ellipticis vel oblongis, apice rotundatis, stipitatis, octosporis, aparaphysatis, 42.5~52 × 14.5~23 μ; ascosporidiis fasciculatis, longi fusoideis vel paulo vermiculariformibus, apice utrinque attenuatis et obtusis, rectis vel paulo curvatis, 8~11-septatis, ad septa non constrictis, laevibus, atro-fuscis, guttatis, 32.5~42 × 4.5~5.5 μ.

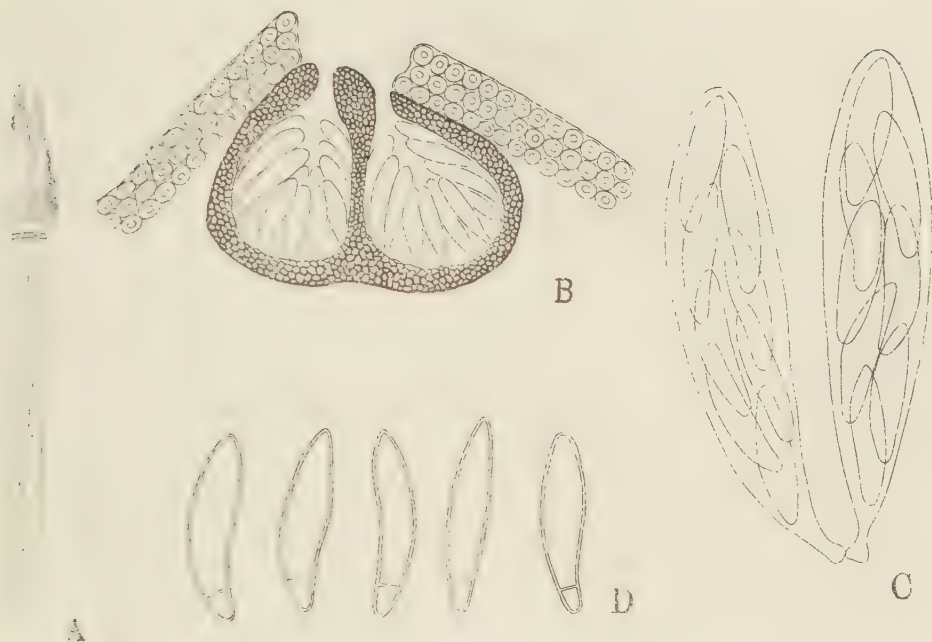
Hab. in culmis vivis *Sinobambusae tootsik*. Syana, Nakizin-mura, Ryûkyû (Julius 26, 1959. H. MUROI legit); in culmis vivis *Pleioblasti linearis*. Gogayama, Nakizin-mura, et Mt. Yonaha-dake, Kunikami-mura, Ryûkyû (Julius 26, 1959. H. MUROI legit).

A. culmus morbidus　　B et C. ascomata
D. asci　　E. ascosporae

149. *Acrospermoides protracta* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Maculis sparsis, rotundatis vel irregularibus, albidis, cum margine indistincto, 0.5～2 cm diam ; peritheciis gregariis, solitariis, erumpento-superficialibus, elongato-cuboideis, apice obtusis et dehiscento-ostiolatis, unilocularibus, 400～550 μ altis, base 140～220 μ diam.; contextu subcoriaceo, pseudoparenchymatico, atro, base membranaceo, tenui, albo; ascis cylindraceis, apice rotundatis et paulo crassiparietalibus, ad basim attenuatis et stipitatis, octosporis, 230～260 × 4.2～5.5 μ; paraphysibus numerosis, filiformibus, simplicibus, 1 μ crassis; ascosporidiis fasciculatis, longi filiformibus, continuis, apice utrinque obtusis, hyalinis, guttulatis, 180～250 × 1 μ.

Hab. in foliis et vagina foliorum vivis *Pleioblasti simoni*. Kawakami-kyô, Urbs Saga, prov. Hizen (Junius 3, 1958. I. HINO legit).

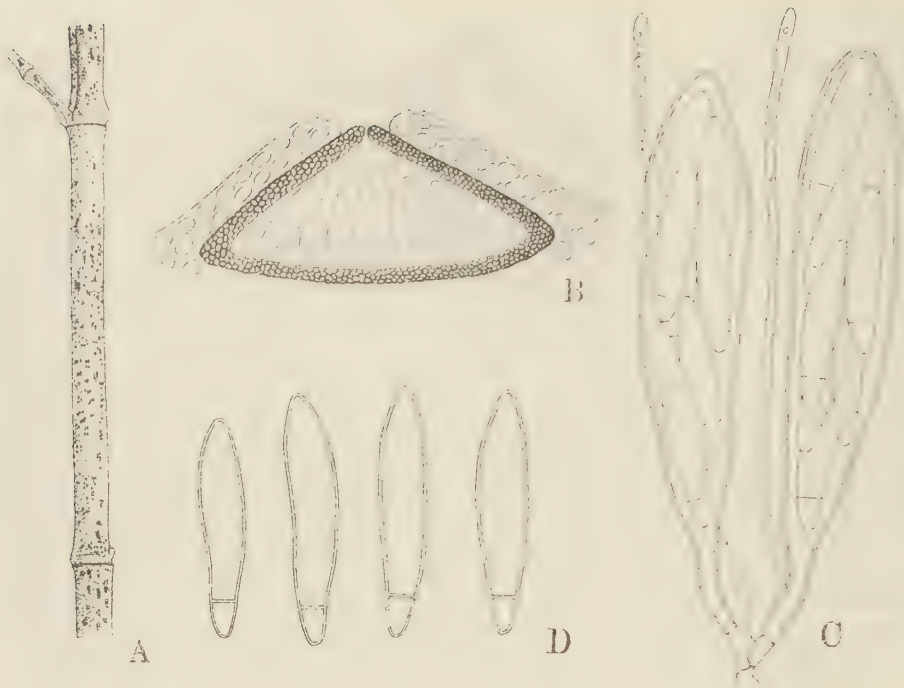
A. folium morbidum B. vagina folii morbida

C. perithecium D. asci E. ascosporae

150. *Scirrhia linearistromatifera* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Stromatibus gregariis, submersis, linearibus vel fusiformibus, 0.5～1.8 mm longis, 300～380 μ latis, 160～250 μ altis; contextu subcoriaceo, pseudoparenchymatico, glabro, atro-brunneo, ex cellulis polyhedricis composito; loculis numerosis, submersis in stromate, globosis, subglobosis vel ovato-globosis, apice ostiolatis, 120～150 μ diam., 150～200 μ altis; ascis clavatis vel cylindro clavatis, apice rotundatis, breviter stipitatis, octosporis, 65～81×16～19.5 μ; ascosporidiis distichis, fusoideis vel oblongo-fusoideis, apice obtusis, base rotundatis, inaequaliter 2-locularibus, ad septum non vel saepe vix constrictis, laevibus, paulo curvatis, hyalinis, guttulatis, 37.5～32.5×6～6.5 μ.

Hab. in culmis emortuis *Pleioblasti simoni*. Oosima, Urbs Tokuyama, prov. Suô (Julius 3, 1955. I. HINO legit).

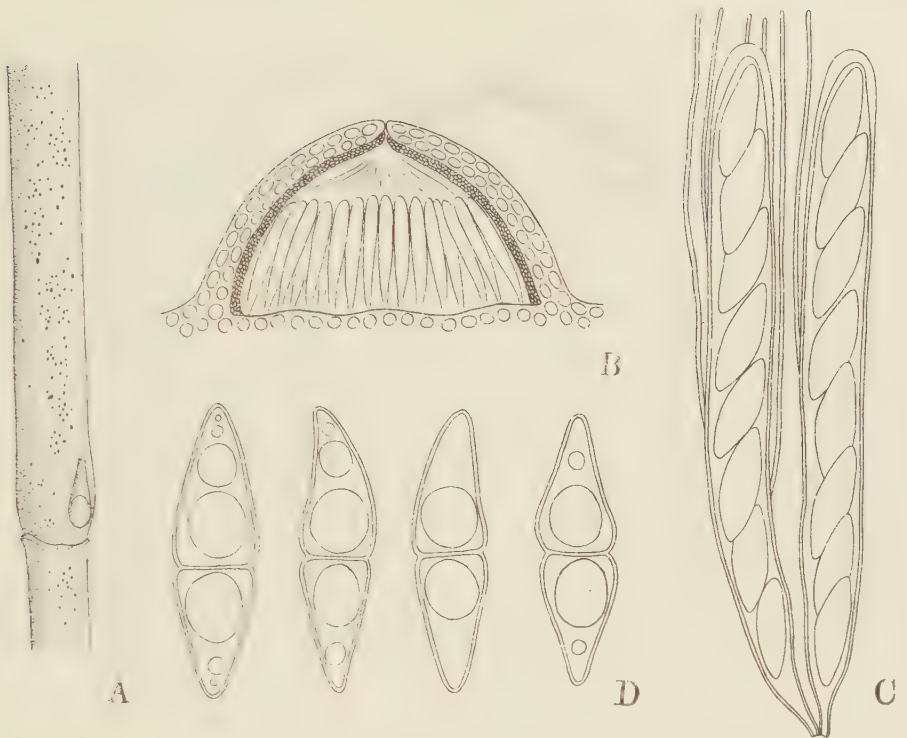
Affinis *Scirrhia bambusina* PENZIG et SACCARDO, sed differt ascis et sporidiis longioribus et crassioribus.

A. culmus morbidus　　B. stroma
C. asci　　D. ascosporae

153. *Apiospora muroiana* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Peritheciis gregariis, subepidermatibus, pustulatis, depresso-globosis, glabris, 320～450 μ diam., 150～200 μ altis; contextu membranaceo, pseudo-parenchymatico, atro-fuligineo, apice ostiolato, 10～15 μ crasso; ascis basilaribus, clavatis, apice rotundatis, ad basim attenuatis et stipitatis, octosporis, 90～100×13～17 μ; paraphysibus filiformibus, simplicibus, aseptatis, muscilagineis, 90～100×1.5～2 μ; ascosporidiis distichis, fusoideis vel elongato-fusoideis, apice utrinque obtusis vel rotundatis, inaequaliter 2-locularibus, ad septum non constrictis, laevibus, hyalinis, 26.0～35.8×5.9～7.2 μ.

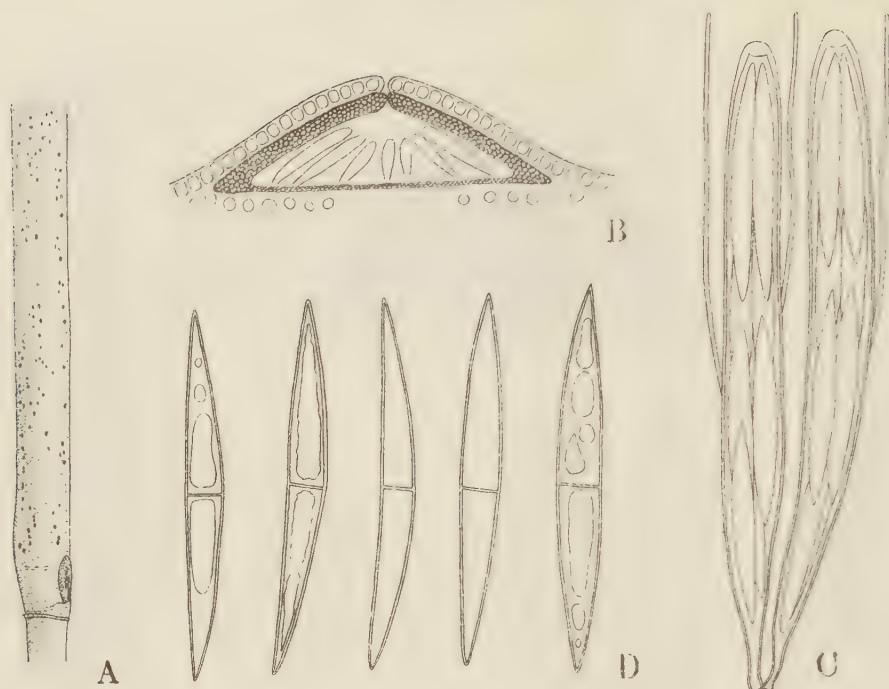
Hab. in culmis emortuis *Phyllostachydis bambusoides*. Yabu-mura, Ryûkyû (Julius 27, 1959. H. MUROI legit-typus); Gogayama, Nakizin-mura, Ryûkyû (Julius 26, 1959. H. MUROI legit).

A. culmus morbidus　　B. perithecium

C. asci　　D. ascosporae

154. *Didymella pseudosasae* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Peritheciis sparsis, subepidermatibus, mox paulo erumpentibus, hemiglobosis, 180～250 μ diam.; contextu pseudoparenchymatico, membranaceo, atro-brunneo, apice ostiolato; ascis basilaribus, cylindraceis, apice rotundatis et leviter incrassatis, ad basim attenuatis, breviter stipitatis, octosporis, 91～117 × 9.8～13.0; paraphysibus filiformibus, simplicibus, hyalinis, 90～120×1～1.5 μ; ascosporidiis oblique monostichis, fusoideis, 1-septatis, ad septum constrictis, apice utrinque obtusis vel rotundatis, hyalinis, guttatis, 23.5～25.7×6.5～7.5 μ.

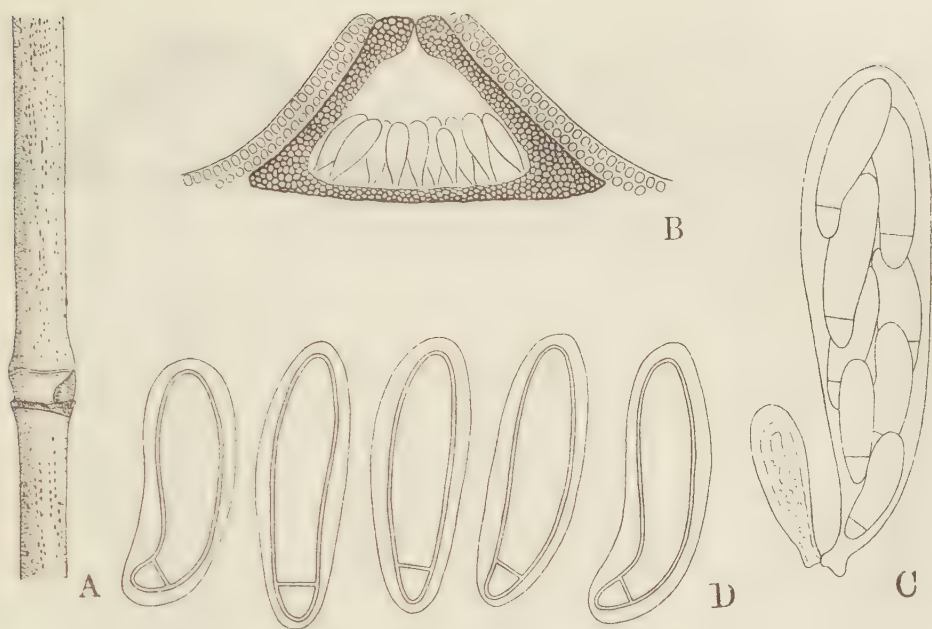
Hab. in culmis emortuis *Pseudosasae japonicae*. Hortus Botanicus Bambusarum, Gotenba, prov. Suruga (Aprilis 2, 1958. K. KATUMOTO legit).

A. culmus morbidus　　B. perithecium
C. asci　　D. ascosporae

155. *Didymella tenuispora* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Peritheciis sparsis vel paulo gregariis, subepidermatibus, plane globosis, 400~500 μ diam., 100~150 μ altis; contextu membranaceo, pseudoparenchymatico, atro-fusco, apice ostiolato, 15~20 μ crasso; ascis basilaribus, cylindro-clavatis vel clavatis, apice rotundatis et incrassatis, ad basim attenuatis, stipitatis, octosporis, 250~300×16~23 μ; paraphysibus filiformibus, simplicibus, hyalinis, 1~1.5 μ crassis; ascosporidiis distichis, fusoideis, 1-septatis, non constrictis, apice utrinque acuminatis, hyalinis, guttatis, 91.1~113.9×9~10 μ.

Hab. in culmis vivis *Pleioblasti linearis*. Mt. Yonaha-dake, Kunikami-mura, Ryûkyû (Julius 25, 1959. H. MUROI legit).

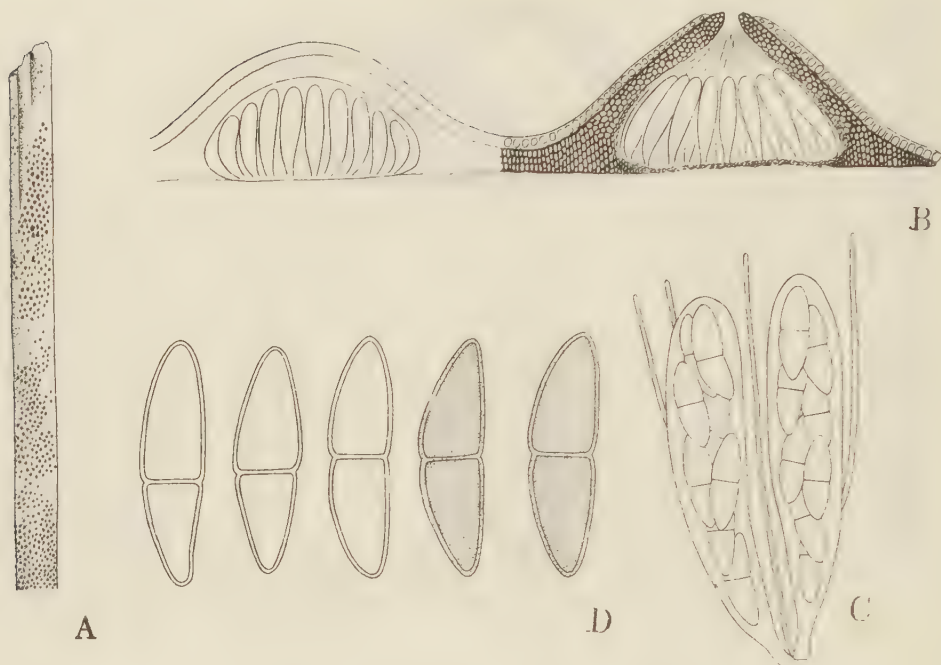
A. culmus morbidus　　B. perithecium

C. asci　　D. ascosporae

156. *Massarinula dendrocalami* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Peritheciis gregariis, leviter longitudinaliter striatis, subepidermatibus pertusis, subconoideis vel hemiglobosis, glabris, 300～450 μ diam., 200～300 μ altis; contextu pseudoparenchymatico, coriaceo, atro-brunneo, apice ostiolato; ascis clavatis vel cylindro-clavatis, apice rotundatis, breviter stipitatis, octosporis, 80～120×23～30 μ; paraphysibus indeterminatis; ascosporidiis distichis, oblongo-fusoideis, elongato-fusoideis vel fusoideis, inaequaliter 2-locularibus, ad septum non constrictis, apice utrinque rotundatis, plerumque curvatis, guttulatis, hyalinis, cum substantia mucosa circumdatis, 29.5～45.5×9～10.5 μ.

Hab. in culmis emortuis *Dendrocalami latiflori*. Nago-mati, Ryûkyû (Julius 26, 1959. H. MUROI legit).

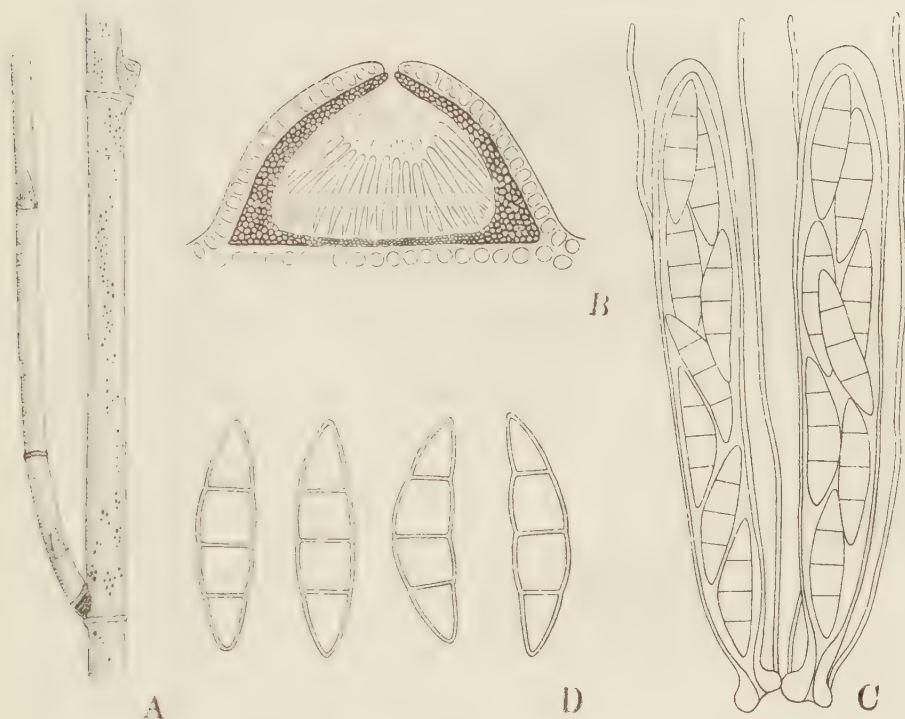
A. culmus morbidus　　B. perithecium

C. asci　　D. ascosporae

157. *Didymosphaeria pustulata* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Peritheciis gregariis, subepidermatibus, pertusis, plane-globosis vel subglobosis, 450～530 μ diam., 190～260 μ altis; contextu pseudoparenchymatico, coriaceo, atro-brunneo, apice ostiolato; ascis basilaribus, clavatis vel cylindro-clavatis, apice rotundatis, breviter stipitatis, octosporis, 90～120×16～18 μ; paraphysibus filiformibus, simplicibus, hyalinis, 100～130 ×1～1.5 μ; ascosporidiis distichis, fusoideis vel oblongo-fusoideis, 1-septatis, ad septum vix constrictis, apice utrinque rotundatis vel obtusis, saepe paulo curvatis, laevibus, pallide brunneis, guttatis, 23.5～32.5×8～10 μ.

Hab. in culmis emortuis *Sasae kurilensis*. Hagi, prov. Nagato (December 5, 1957. I. HINO legit).

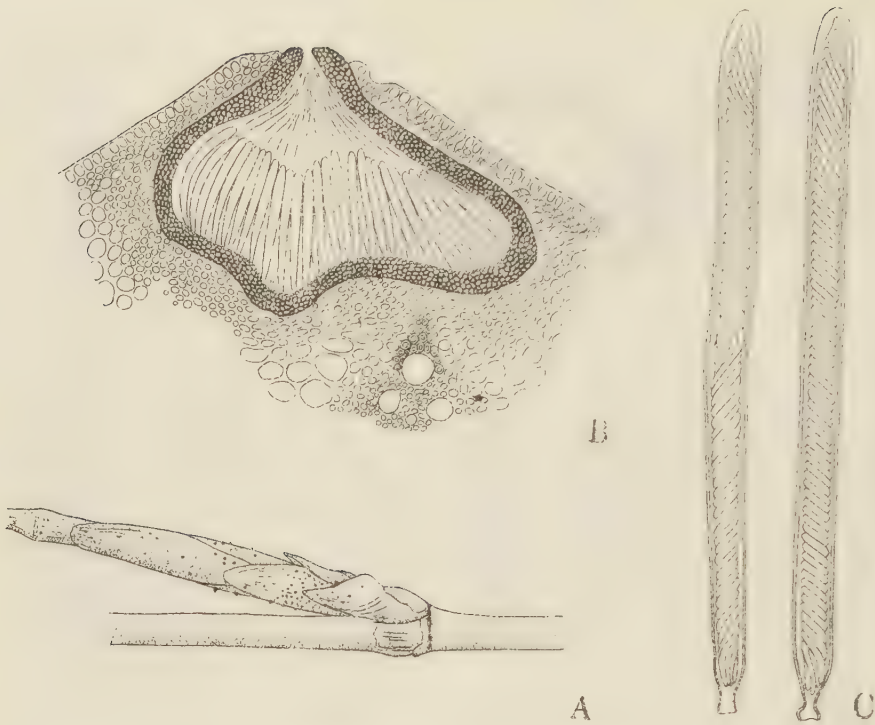
A. culmus morbidus B. perithecia

C. asci D. ascosporae

158. *Melomastia yezoensis* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Peritheciis gregariis, subepidermatibus, pertusis, hemisphaericis, glabris, 400~700 μ diam., 230~280 μ altis; contextu carbonaceo, leviter plectenchymatico, atro, apice ostiolato; ascis clavatis vel cylindro-clavatis, apice rotundatis, base breviter stipitatis, octosporis, 74~91×7~9 μ; paraphysibus filiformibus, simplicibus, hyalinis, 70~100×1~1.5 μ; ascosporidiis distichis, fusoideis, 3-septatis, ad septa constrictis, apice utrinque obtusis, saepe curvatis, hyalinis, laevibus, 16.6~20.2×3~4 μ.

Hab. in culmis emortuis *Sasae kurilensis*. Oiwake, prov. Iburi, Hokkaidô (September 16, 1956, I. HINO legit).

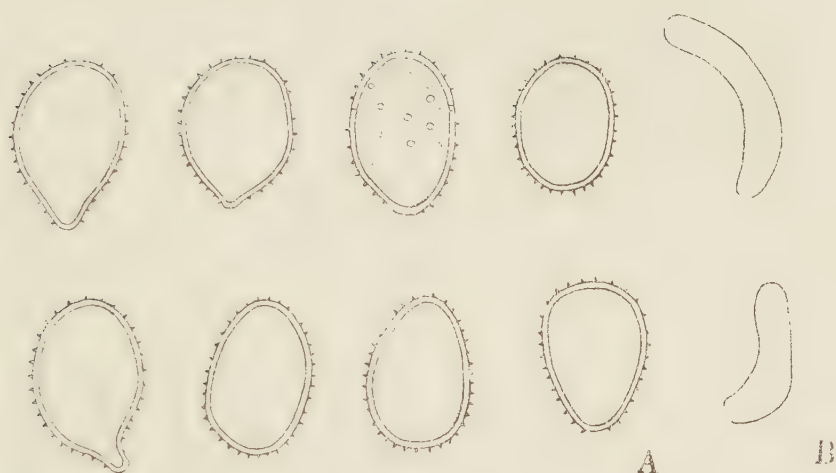
A. culmus morbidus B. perithecium

C. asci D. ascosporae

159. *Cochliobolus sasae* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Peritheciis sparsis, solitariis, innatis, subglobosis vel hemiglobosis, leviter irregularibus, glabris, apice ostiolatis et paulo erumpentibus. 600 ~800 μ longis, 500~680 μ latis, 400~450 μ altis; contextu pseudoparenchymatico, membranaceo, brunneo; ascis cylindraceis, apice rotundatis et paulo crassiparietalibus, ad basim breviter stipitatis, octosporis, 220~310×8.1 ~9.8 μ; paraphysibus numerosis, filiformibus, simplicibus, 250~350×1 μ; ascosporidiis spiraliter fasciculatis, longi filiformibus, continuis, primum hyalinis, mox pallide brunneis, guttulatis, 250~320×2~2.5 μ.

Hab. in vagina putrescentibus *Sasae tambaensis*. Yumura, Onsentyô, prov. Tazima (Aprilis 29, 1959. H. MUROI legit).

A. vaginae morbidae B. perithecium

C. asci et ascosporae

160. *Uredo ditissima* (SYDOW) CUMMINS
(*Puccinia ditissima* SYDOW)

Soris uredosporiferis hypophyllis, sparsis vel aggregatis, innato-erumpentibus, frequenter fragmente epidermidis circumdatis, cinnamomi-brunneis, rotundatis vel oblongatis, pulverulentis, 200～400μ longis, 150～200μ latis; uredosporis obovatis, ovatis vel subglobosis, echinulatis, flavo-brunneis vel cinnamomeis, 25～39×22～29μ; episporio 1～1.5μ crasso; poris germinationis 15～20 sparsis praeditis; paraphysibus clavatis vel cylindro-clavatis, apice rotundatis, curvatis, flavis, 50～60×12～14μ.

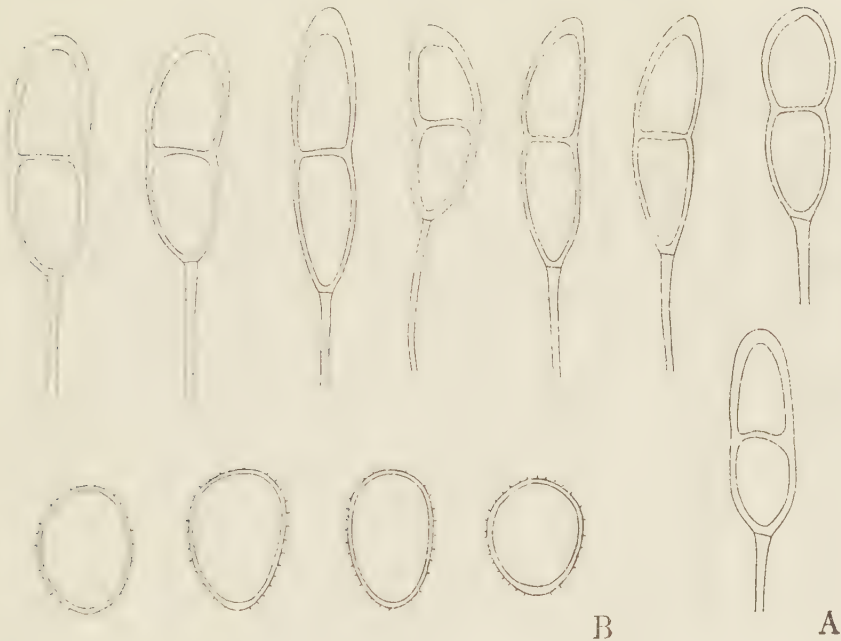
Hab. in foliis vivis *Dendrocalami latiflori*. Prov. Nanto, Formosa (Martius 2, 1918. E. H. WILSON legit－Herb. Arthur, F15495).

A. uredosporae B. paraphyses

161. *Uredo ignava* ARTHUR
(Bull. Torr. Bot. Club, Vol. 45, p. 121, 1919)

Soris uredosporiferis hypophyllis, sparsis vel aggregatis, innato-erumpentibus, frequenter fragmente epidermidis circumdatis, cinnamomi-brunneis, rotundatis vel oblongis, in maculis flavo-brunneis sitis, pulverulentis, 120～200μ longis, 100～150μ latis; uredosporis obovato-oblongis, obovatis, subglobosis vel ovato-globosis, echinulatis, primum hyalinis, dein flavo-brunneis, 21～31×14.5～21μ; episporio 1～1.5μ crasso; poris germinationis 4～6 sparsis in aequatoribus; paraphysibus clavatis vel cylindro-clavatis, curvatis, apice rotundatis, flavis, 29～43×6.5～10μ.

Hab. in foliis vivis *Bambusae vulgaris*. Santiago de las Vegas, Cuba (Januarius 27, 1916. J. R. JOHNSTON legit-typus in Herb. Arthur, 25918); in foliis vivis *Arthrostylidii racemiflori*. Estancia Grande, Guatemala (December 8, 1938. P. C. STANDLEY legit-Herb. Arthur, 49141); in foliis vivis Bambusaceae. Belem, stat. Para, Brasilia (Maius 25, 1945. W. A. ARCHER legit-Harb. Arthur, F11487); in foliis vivis *Bambusae arundinariae*. Njala, Sierra Leone, Africa (Martius 20, 1948. F. C. DEIGHTON legit-Herb. Arthur, F11843).

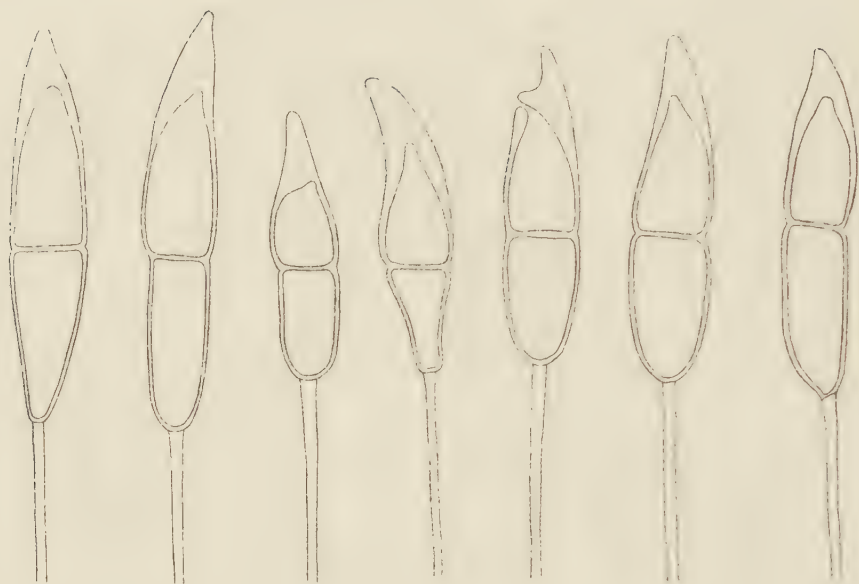
A. paraphyses　　　B. uredosporae

102. *Puccinia arundinariae* SCHWEINITZ

(Syn. Fung. Car., N. 487)

Soris uredosporiferis hypophyllis, sparsis vel aggregatis, solitariis, nudis, pulverulentis, flavo-brunneis, rotundatis, 0.2~0.5 mm diam.; uredosporis obovatis, oblongis, ellipticis vel subglobosis, echinulatis, flavo-brunneis vel pallide flavo-brunneis, 25.4~35.8×21.2~26.7μ; episporio 1.5~2μ crasso; poris germinationis 3~4 praeditis sitis.

Soris teleutosporiferis hypophyllis, sparsis vel paulo aggregatis, solitariis, saepe conjunctis, nudis, compactis, castaneo-brunneis, rotundatis, 0.4~1.2 mm diam.; teleutosporis oblongis, oblongo-fusoideis, fusoideis vel elongato-fusoideis, apice rotundatis et paulo incrassatis, 4~6.5μ crassis, ad septum constrictis, ad basim attenuatis, laevibus, flavo-brunneis vel castaneo-brunneis, 48.8~78.1×15.0~23.7μ; episporio 2~3μ crasso; pedicello persistenti, hyalino, 25~60×3~3.5μ.

Hab. in foliis vivis *Arundinariae macrospermae*. Clemson College, South Carolina, America borealis (Aprilis 17, 1907. H. D. HOUSE legit-Herb. Arthur, 25959); in foliis vivis *Arundinariae tectae*. Clemson College, South Carolina, America borealis (Martius 17, 1923. C.A. LUDWIG legit-Herb. Arthur, 25969).

A. teleutosporae B. uredosporae

163. *Puccinia brachystachyicola* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Soris teleutosporiferis hypophyllis, sparsis, solitariis, nudis, compactis, rotundatis, fuligineo-brunneis, 0.6~1.2 mm diam.: teleutosporis oblongo-fusoideis, elongato-oblongis, oblongatis vel fusoideis, apice obtusis, elongatis et incrassatis, pallidescentibus 7.5~23μ crassis, basi rotundatis vel attenuatis, ad septum constrictis, minutissime verruculosis in maturitate, flavo-brunneis vel ferrugineo-brunneis, 58.5~81.5×14.5~19.5μ; episporio 1.5~2μ crasso; pedicello longissimo, hyalino, 50~90μ longo; mesosporis conformibus commixtis.

Hab. in foliis vivis *Brachystachyi densiflori*. Hangchow, Chekiang, China (Aprilis, 1925. C.Y. CHIAO legit - typus in Herb. Arthur, F15492).

A. teleutosporae

164. *Puccinia flammuliformis* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Soris teleutosporiferis hypophyllis, sparsis vel aggregatis, solitariis, saepe conjunctis rotundatis, nudis, compactis, magnis, atro-brunneis, 0.6～1.5 mm diam.; teleutosporis oblongo-clavatis, elongato-oblongis vel oblongo-fusoideis, apice valde elongatis et incrassatis, conoideis, 30～60μ longis, ad basim rotundatis, saepe paulo attenuatis, ad septum non constrictis, laevibus aurantio-flavis vel flavo-brunneis, 45.6～113.9 × 20.2～26.0μ; episporio ad basim 3～4μ crasso; pedicello longissimo, persistenti, hyalino, 120～270×3.5～6μ; mesosporis numerosis.

Hab. in foliis vivis Bambusaceae. China (Typus in Herb. Arthur, F3744); in foliis vivis *Sasae tessellatae*. China (Herb. Arthur, F14858).

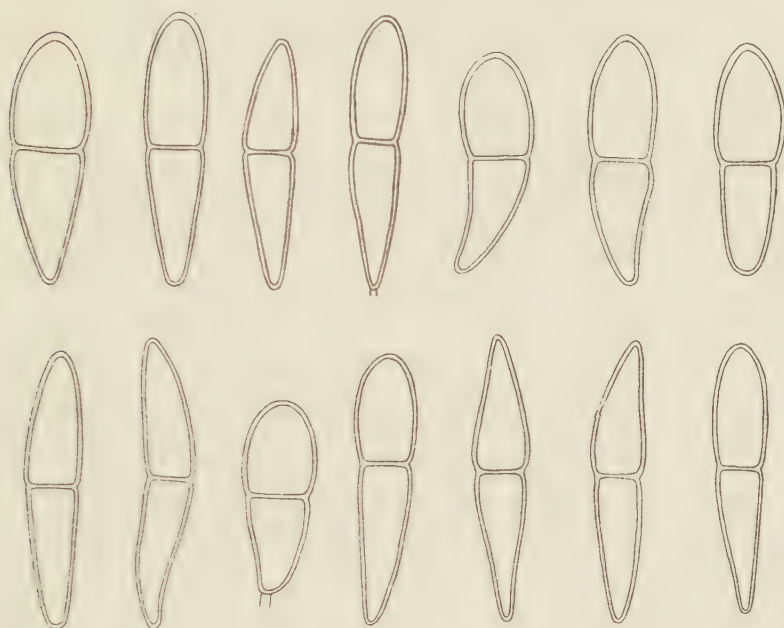
A. teleutosporae

165. *Puccinia nigroconoidea* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Soris teleutosporiferis hypophyllis, sparsis, solitariis, magnis, nudis, compactis, rotundatis, castaneo-brunneis, 0.5～1 mm diam.; teleutosporis oblongo-fusoideis, elongato-oblongis vel oblongis, apice obtusis, valde elongatis et incrassatis, pallidescentibus, 16～33μ longis, ad basim attenuatis, saepe paulo rotundatis, ad septum vix constrictis, laevibus, ochraceo-brunneis vel castaneo-brunneis, 58.5～84.5×15.5～22μ; episporio 2～3μ crasso; pedicello longissimo, hyalino, 48～105μ longo; mesosporis commixtis, numerosis, ovato-oblongis vel oblongatis, apice elongatis et incrassatis, 42～61×16～22μ.

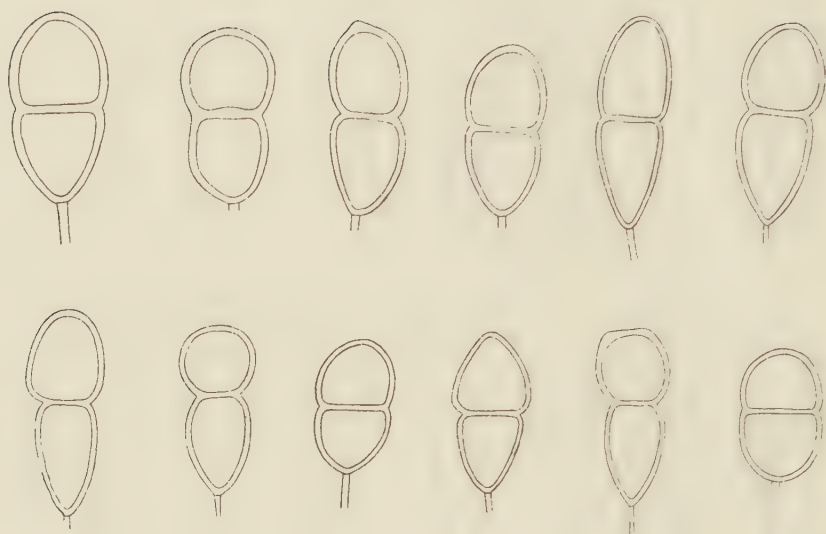
Hab. in foliis vivis *Phyllostachydis sp.* Hsi Hung Ling, prov. Anhwei, China (November 21, 1932. S. Y. CHEO legit - typus in Herb. Arthur. F14381).

Affinis *Puccinia longicornis* PATOUILLARD et HARIOT, sed differt medio vix constrictis, apice aliquatenus conoideis et mesosporis numeroso commixtis. *Puccinia longicornis* numquam parasita ad *Phyllostachydem* in Japonia est.

A. teleutosporae et mesosporae

166. *Puccinia porteri* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Soris teleutosporiferis hypophyllis, sparsis, solitariis, rotundatis, magnis, fusco-brunneis; teleutosporis oblongis, elongato-oblongis vel oblongo-fusoideis, apice rotundatis, base attenuatis et rotundatis, ad septum constrictis, minutissime verruculosis in maturitate, flavo-ochraceis vel ochraceo brunneis, 42～108×15.5～23μ; episporio 1.5～2μ crasso; pedicello brevi, hyalino, deciduo.

Hab. in foliis vivis Bambusaceae.　　Nanking, China (1926- typus in Herb. Arthur, F15144).

A. teleutosporae

167. *Puccinia tenella* HINO et KATUMOTO, n. sp.

Soris teleutosporiferis hypophyllis, sparsis vel aggregatis, solitariis vel saepe conjunctis, nudis, leviter fragilibus, rotundatis, fusco-brunneis, 0.5～1 mm diam. teleutosporis oblongis, elongato-oblongis, oblongo-fusoideis vel ellipticis, apice rotundatis vel paulum obtusis, medio constrictis, base leviter attenuatis vel saepe rotundatis, ochraceo-brunneis, minutissime verruculosis, 39.1～58.6×17.9～27.7μ; episporio 2～3μ crasso; pedicello persistenti, 6～29μ (plerumque 10～15μ) longo.

Hab. in foliis vivis Bambusaceae. Hong-kong (Typus in Herb. Arthur, F15120).

A. teleutosporae

BISEXUAL FORMS OF THE STRAWBERRY APHID, *APHIS FORBESI* WEED

By

Magoshiro MORITSU* and Katsuhiro HAMANO**

Aphis forbesi WEED

1889. *Aphis forbesi* WEED. Bull. Ohio. Agr. Expt. St., XI. p. 148.

1925. *Aphis forbesi* MARCOVITCH. Jl. Agr. Res., XXX. p. 441.

1943. *Aphis forbesi* MORITSU. Mushi. Fukuoka. XVI. Pars 3. p. 7.

This aphid occurs commonly on the strawberry in Japan and was first reported from Japan by the author (1943). This species is one of the injurious species to cultivated strawberries, being at times of considerable economic importance to strawberry growers. And this lives throughout the year on the strawberry. The spring colonies on strawberry originate from eggs which have passed the winter on the petioles or the leaves. In the western parts of Japan, eggs begin to hatch in the spring, some time early in March. During the spring and early summer, viviparous forms infest the stems or petioles nearly touching the ground. In many cases the aphids associate with *Tetramorium caespitum* LINNÉ, and the latter so covers the aphids with soil or sand that is difficult to notice them from the outside. In this season the plants are often heavily infested with this species. After August aphids seem to lessen in number. In the autumn, often as early as November in the western parts of Japan, sexual males and females begin to appear, both males and females being apterous. These mate and very soon the female lays its eggs two to four in number. Many of eggs are laid for the locations on the petioles and leaves which are covered with numerous hairs. These eggs hatch in the spring into stem-

* Assistant Professor (Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

** Entomologist (Agricultural Experiment Station of Yamaguti Prefecture)

Bull. Fac. Agr. Yamaguti Univ., No 11, 1960

mother, and the life cycle is then completed.

Fig. 1. A. Male, B. Oviparous female. C. Antenna of male, D. Third antennal segment of male, E. Antenna of oviparous female, F. Hind tibia of oviparous female

Male : Body small, 1.60 mm. Apterous. Brown to dark brown in general color. Eyes developed, ommatidia large. Frontal tubercles not developed. Antennae blackish, five-segmented, short, much shorter than the body length, imbricated in surface, the third segment stout, with about eight large or small circular sensoria which are scattered irregularly on basal two-thirds. Fourth segment short, shorter than half of third, without sensoria. Fifth segment stout, much longer than third segment. Primary sensoria rather large, much larger than the secondary sensoria. The length of each segment is as follows: I, 0.04 mm., II, 0.04 mm., III, 0.20 mm., IV, 0.09 mm., V, 0.06 mm.+ 0.15 mm. Rostrum long, reaching the part of abdomen, distal segment long, much longer than the fourth antennal segment, not acute apically. Dorsum of each thoracic segment slightly reticulated, with a pair of large sclerites on each side respectively. Legs short, tibial setae rather short. Abdomen brownish, with several small, deep green spots which arranged two row longitudinally on each side. Dorsum with some short knobbed hairs. Papillae on the seventh segment developed. Cornicles short, nearly as long as distal segment of rostrum, imbricated, somewhat dilated at the base, with distinct flange at the apex. Cauda short, much shorter than cornicles, not constricted at the base, rounded apically, with three lateral bristles on each side. Genitalia with many rather short setae.

Oviparous female : Body length 1.80 mm. Apterous. General color is dark green as in viviparous form. Dorsum distinctly reticulated. Frontal tubercles are not developed. Setae on dorsum of head are short. Antennae pale brown, five-segmented, much shorter than the body, imbricated, without secondary sensoria. Setae are short. Primary sensoria are large. First segment is much larger than second. The length of each segment is as follows: I, 0.04 mm., II, 0.04 mm., III, 0.21 mm., IV, 0.08 mm., V, 0.6 mm.+ 0.22 mm. Rostrum developed, long, reaching the abdomen, distal segment long, much longer than the fourth antennal segment. Prothorax with a pair of large paillae on side. Legs short, hind tibiae rather slender, not dilated as in that of the other species. Sensoria on tibiae are circular, somewhat large and occupy only a middle part, number being

about four. Abdomen rather large, dorsum set with rather long setae which are arranged in a row transversely on each segment. Cornicles blackish brown, similar to those of males in shape. Cauda deep green.

アブラナ科蔬菜根瘤病組織のパーオキシダーゼならびに遊離糖について

湯　川　敬　夫*

Y. YUKAWA : Peroxidase Activities and Free Sugars in the Club-root and the Healthy Root Tissues of Cruciferous Plants

I. 緒　　言

アブラナ科蔬菜根瘤病組織においては標準健全根組織に比較して，その病勢進行中の幼若組織では細胞の増生にともない，いろいろの生理機能が昂進している。病組織の呼吸の増大，カタラーゼ活性度の昂進は顕著であり，また他の養分例えば蛋白質，アミノ酸や還元糖などの質的量的変化などと相まって，病原体侵入による寄主組織の増生の発現機構が徐々に究明されつつある状態である。

筆者はさらにつづいて peroxidase 活性度を検圧法により，また組織中の遊離糖をクロマトグラフィーにより測定し，病組織の生理的変化を追究したので，従前の報告を補足する意味でここにこれらを報告する。

本実験に関して種々御教導を賜わつた当学日野巌教授，九州大学吉井甫教授に深く感謝の意を表する。

II. 実験の方法および結果

実験材料は従前どおりすべて本病常発地圃場から採取したハクサイまたはカブの根部であり，本病はその病勢により生理機能に著しく差異を生ずるので，いずれの場合においても特に病状の初期のものを選び，増生の進行中の病組織および同様に新鮮な根をその対照とした。

1. 組織中の Peroxidase

A. 粗酵素液の調製法

上記材料各生重 10g を細切し，蒸溜水 10mℓ，少量の石英砂を入れて乳鉢中で磨砕し，これに蒸溜水 100mℓ を加えて 30分間静置した後濾過，この濾液をさらに蒸溜水で 200mℓ に稀釈し，これを粗酵素液として測定に供した。

---

* 山口大学助教授（農学部植物病学研究室）

B. 測定方法

測定は ETTORI の方法に従い WARBURG 検圧法によった。すなわちつぎのように pyrogallol に過酸化水素を添加し peroxidase による酸化反応を行い，

$$2C_6H_6O_3+3H_2O_2=C_{11}H_8O_5+5H_2O+CO_2$$

上式の CO_2 の生成力を測定して peroxidase の作用力とした。容器主室に5% pyrogallol 0.2mℓ，0.25% phosphate buffer (pH 6.0)，0.01M H_2O_2 1.5mℓ を入れ，側室に供試酵素液 0.1mℓ を入れた。測定は恒温槽20°Cで160回/分振盪，温度平衡後側室より酵素液を主室に添加し，5分間後の CO_2 発生量を測定し peroxidase 活性度を比較した。

C. 結　果

Table 1. Peroxidase activities of Club-root and the healthy root tissues of *Brassica pekinensis*

Material	Peroxidase activity (Q_{CO_2} μℓ/5 min.)				
	1	2	3	4	Average
Healthy root	5.60	2.79	6.86	3.91	4.79
Club-root	8.78	6.74	7.77	9.44	8.12

結果は第1表のとおりで peroxidase activity 比較値は根瘤病組織に高く標準健全根組織の約2倍を示した。

2. 組織抽出液中の遊離糖

A. 抽出法

生重30gr.の供試材料を細切し石英砂とともに磨砕後70% metanol 100mℓ を加え，湯煎鍋中で還流冷却器をつけて30分間抽出濾過し，この濾液に20%酢酸鉛液40mℓを加えて蛋白を沈澱濾別し，この濾液に H_2S ガスを通じて鉛を除き，さらにこの濾液を10%アンモニヤ水で pH 6.8 に矯正し 30mℓ を得，夾雑物を活性炭で吸着せしめて濾過，この濾液を湯煎鍋中で減圧濃縮して透明な 2mℓ の原液を得た。

B. 検出方法

遊離糖の検出は原液の paper chromatograph によった。展開は東洋濾紙No.50を用い，1次式上昇法によった。展開剤は phenol (4) + 0.1% ammonia 水(1.2) または butanol (4) +acetic acid (1)+水(1)で温度12°C，26時間展開した。展開後の発色剤には benzidine 反応には benzidine 0.5gr.，acetic acid 20mℓ，95% ethanol 80mℓ を用い，展開後の濾紙を乾燥後これを噴霧し，90°C 5分後に還元糖は褐色の反

応を示す。SELIWANOFF 反応には A液：95% ethanol 375mℓ, conc. H_2SO_4 100mℓ, B液：resorcin 2.5gr., 75% ethanol 50mℓ を用い，この両液を使用直前に混じ乾燥濾紙をこの液に浸し加熱すると赤色を呈する。

C. 結　果

Table 2. Free sugars which were detected from the club-root and the healthy root tissue extracts of *B. pekinensis* and *B. rapa*, by the paper chromatography

Reaction		Benzidine		Seliwanoff	
Solvent		Phenol	Butanol	Phenol	Butanol
B. pekinensis	Healthy root	G. ++ F. −	S. ++ G. +	S. ++ F. +	F. ++
	Club-root	G. +++ F. −	S. + G. ++	S. + F. ++	F. +++
B. rapa	Healthy root	G. + F. +	G. + F. +	S. ± F. +	F. +
	Club-root	G. +++ F. +	G. +++ F. ++	S. ± F. +	F. ++
Rf values of sugars		F. 0.47 G. 0.32 S. 0.35 M. 0.28 L. 0.31	F. 0.21 G. 0.16 S. 0.11 M. 0.08 L. 0.05	F. 0.45 — S. 0.33 — —	F. 0.21 — S. 0.09 — —

Notes: F……fructose, G……glucose, S……sucrose, M……maltose, L……lactose.

ハクサイの根，カブの根の健，病両組織抽出液を供試材料として，クロマトグラフ展開呈色せしめた結果，いずれも検出された糖は sucrose, glucose, fructose の3種のみであった。ハクサイの病根では健全根より sucrose 少，glucose 多，fructose 多であった。カブの根では健全区にも絶対量多くその3種の糖含有率はハクサイの場合と同様であった。

Ⅲ. 考　察

peroxidase は H_2O_2 の存在で種々の化合物を酸化する酵素であり，多くの植物組織中に分布しており，稲萎縮病，桑萎縮病，馬鈴薯葉捲病，馬鈴薯ウイルス病および桐天狗巣病等のウイルス病植物中に多く見出されている。

本実験において根瘤病に侵された病組織においても約2倍の peroxidase の増加が測定された。これは既報のとおり病組織中に catalase や dehydrogenase の増大することと同様に本病組織の呼吸の増加と密接な関係のあることが推定される。徳重は桐天狗

巣病の病葉において同様に呼吸と本酵素の増加を測定している。本病におけるこの両者の関連についてはアブラナ科植物の呼吸酵素系の研究をまって論ぜられるべきである。一方本病の増生肥大機構について考察するとき，病原体の侵入にともなう根の細胞分裂促進物質の産生に関与する酵素のひとつとして catalase の著しい増大とともにこれを考察することができるかも知れない。

つぎに組織中の遊離糖については，既報[7]のとおりカブの健全根および罹病根組織切片の組織化学的検索の結果は，還元糖は両組織とも表皮，皮層柔組織，維管束の各部位に検出されたが，病原体胞子寄生部位細胞には見出されなかった。澱粉は各部から検出されず，デキストリンが両区柔組織中に僅かに検出されたにすぎなかった。

今回の実験結果では，クロマトグラフィーにより，カブの根組織からは還元糖として glucose，fructose が見出され，非還元糖 sucrose の検出は微量であった。この結果は大体前回の結果と一致した。ハクサイの根は元来比較的細くしたがって病根組織の肥大は顕著である。sucrose は両区に認められたが，その量的差異は健全根に多く病根に少なかった。これに反し還元糖は glucose, fructose ともにハクサイ，カブの根で病区により多く検出された。かつて SACHAROFF[2] は品種の抵抗性を研究し，カブの細胞液中の糖の多いものに本病の感染多く酸性細胞液のものは侵されないと述べたが，WHITEHEAD[2] はこれを否定した。

一般に sucrose は植物体内の炭水化物の貯蔵と蓄積の役目をしており，病組織では細胞の増生肥大に必要なエネルギーは呼吸によって得られ，呼吸回路の需要に応じるために要する glucose など六炭糖は sucrose が分解されて供給されしたがって体内の遊離の sucrose は減少をきたすことになるのであろう。

Ⅳ. 摘　　要

アブラナ科根瘤病の病態生理学的研究の一部として本病組織中の peroxidase 活性度と遊離糖について健全区と比較測定した。

peroxidase は ETTORI 法により WARBURG 検圧計によって測定した。ハクサイの根の病組織中には peroxidase は多く健全組織の約2倍以上を示した。

遊離糖は搾汁液のペーパー・クロマトグラフィーによって検索した。両区とも sucrose，glucose，fructose の3種の糖が検出された。ハクサイの根では sucrose は病組織に少く，glucose，fructose は病組織に多く，カブでは sucrose の検出が不明瞭であった。

病組織における peroxidase および還元糖の増加について，本病の増生機構に関連して考察した。

文　　献

1. 赤堀四郎編： 酵素研究法，2，324頁，1956.
2. COLHOUN, J. : Club root disease of Crucifers caused by *Plasmodiophora brassicae* WORON., KEW SURREY, 1958.
3. 野中福次： 九大農学部学芸雑誌，15，pp. 179—186，1955.
4. 奥貫一男： 植物生理化学，1954.
5. 徳重陽山： 九大農学部学芸雑誌，15， pp. 287—290， 1955.
6. 徳重陽山： 九大農学部学芸雑誌，15， pp. 303—307， 1955.
7. 湯川敬夫： 山口大農学部学術報告，5， pp. 1—8， 1954.
8. 湯川敬夫： 山口大農学部学術報告，8， pp. 665—672， 1957.
9. 湯川敬夫： 山口大農学部学術報告，8， pp. 673—678， 1957.
10. 湯川敬夫： 山口大農学部学術報告，9， pp. 963—968， 1958.

Peroxidase Activities and Free Sugars in the Club-root and the Healthy Root Tissues of Cruciferous Plants

By

Yosio YUKAWA

(Laboratory of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

Résumé

Peroxidase activities and free sugars in the club-root tissues of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) and turnip (*B. rapa*) root were measured to investigate the physiological change of the disease.

Peroxidase activities in the club-root tissue were shown about 2 times greater than in the healthy root of Chinese cabbage by ETTORI's WARBURG manometric technique (Table 1).

Free sugars were determined by the paper chromatography, and sucrose, glucose and fructose were detected from both tissues of Chinese cabbage and turnip.

It was found that sucrose was smaller in quantity in the club-root tissue of Chinese cabbage than in the healthy one, while glucose and fructose were greater in quantity (Table 2).

Increase in activity of the peroxidase and the free reducing sugars in the diseased tissue may be deserving of abnormal hyperplasy of club-root.

稲麦の根における呼吸作用に及ぼす温度の影響

土 井 彌 太 郎* ・ 山 県 恂**

岡 田 和 之***・樋 口 量 一****・赤 崎 俊 夫*****

Y. Doi, M. Yamagata, K. Okada, R. Higuti and T. Akasaki:
The Respiration in the Seedling Roots of Rice, Wheat and Barley as influenced by Temperature

I. 緒 言

稲・麦の根の呼吸作用については，次に列挙するような種々の角度からの研究が行なわれ深い関心が払われている。

近年根の呼吸作用が養分の積極的吸収を促進するということが盛んに研究せられているが，すでに稲・大麦・小麦などについても報告せられている。また呼吸阻害物質による養分吸収障害についても稲において研究されている。[2,3,4,5,6,17,23,24,25,28,29,32,33,37,39,45,46]

呼吸作用は水分の積極的吸収を促進し，これに反し呼吸阻害物質はそれを阻害することも，稲・大麦・小麦について報告されている。[7,9,30]

根の部位や新旧による呼吸作用の相違に関しては，稲・大麦について研究せられ，いずれも根端に近い新らしい部位の呼吸作用が盛んであることが認められている。[2,18,22,26]

根の呼吸作用と地上部との関係については，稲根の酸素分圧と呼吸，あるいは切断根の呼吸という面から研究されている。[1,42,44]

生育時期による根の呼吸作用の盛衰に関しては，稲，小麦および裸麦について研究されている。[31,34,35,38,40,41,45,48,49]

稲の品種によって根の呼吸作用に差異があることも報告されている。[12,13,19,35]

温度と稲・麦の呼吸作用に関しては，Warburg 法による稲葉の実験，[43] あるいは Winkler 法による稲根の実験結果の要旨[21,47]が報告されているにすぎず，稲・麦の根につ

---

* 山口大学教授（農学部作物学研究室）

** 山口大学助教授（農学部作物学研究室）

*** 山口県立奈古高等学校

**** 山口県立経営伝習農場

*****電力中央研究所農電研究所

いての詳細な比較研究は，養水分の積極的吸収ならびに生育の機構を解明するに重要な課題であるにもかかわらず，あまりなされていないようである。そこで水稲・小麦・裸麦を用い，それらに対する温度の影響という観点から呼吸作用の比較研究を行ない，さらに各作物の生理・生態的特性との関連性の究明も企図した。ここにその結果を一応取り纏めて報告したい。

本研究は山口大学農学部作物学研究室において数年間にわたつて実施したものであるが，経費の一部は文部省科学研究費によつた。実験の予備的段階において，野村直治君の協力を得たことを銘記する。

Ⅱ．実験の材料および方法

1．実験材料

実験には水稲（朝日），小麦（農林20号）および裸麦（兵庫裸）を供用した。いずれも水道水を入れたシャーレの中で催芽させた。その後，水稲の場合はガラス製水槽に浮べた竹製の筏型の発芽床に置床した。また小麦と裸麦の場合は，僅かに水道水を入れた大型のシャーレに置床した。水道水は含有するクロールを発散させるために，ホウロウびきの水槽に1昼夜以上貯溜して使用した。水道水の pH を比色法で測定したところ，育苗前は7.2，育苗後は6.6（水稲20°C育苗）～6.2（水稲30°C育苗）であった。

催芽と育苗は20～30°C の光の入らない定温器で行なった。実験は種子根が4～5cmに達した時期に，その種子根を切断して行なった。しかし麦類では種子根もしくは類似の根が数本出るので，中央の太い根の1本のみを供用した。根端より3cmの全長，またはその間を部位別に 1cmずつに切断し，30～50本を集めて測定に供した。

2．実験方法

呼吸作用の測定は WARBURG 氏単一検圧計の6連掛もしくは12連掛を使用して10～45°C の範囲で種々の温度における一定時間の根の酸素吸収量を測定し，これを0°C，1気圧(760mm)における体積に換算して比較した。(15,50)

測定根は水道水（貯溜しておいたもの）を入れたシャーレに入れ，室温で1～2時間経過してから測定することにした。これは切断による呼吸の一時的昂進による攪乱を除去するためである。測定材料は水中に浸漬しておいたので呼吸室に入れる際に水が付着して入るために，特別な場合以外は呼吸室の主室に水を入れなかった。炭酸ガス吸収剤として0.5%のKOHを0.5cc副室に入れた。また葡萄糖や生長素の影響を実験する場合は，その加用による滲透圧の急変を防ぐため予め1ccの水を主室に加えておき，側室にそれぞれの水道水溶液を1cc入れて，1時間測定後に添加するようにした。これらの実験において蒸溜水は根に対し低滲透圧の害を与えるので，とくに水道水を使用した。

呼吸室を恒温水槽に入れてから15分間空振りさせて水槽の温度と呼吸室の温度差をなくするようにしてから測定を開始した（測定温度が35°C以上になると10分間では不足である）。その後10分ごとに検圧計の読みをとり1時間をもって終了した。実験によってはさらに1時間続行した。なお実験材料を入れていない検圧計（温度気圧計）によって気圧の変化による誤差の修正を行なった。実験終了後 100～110°Cの電気乾燥器に入れ約2時間乾燥して乾物重を測定した。

Ⅲ．実験結果

1．温度と呼吸作用に関する実験

水稲・小麦・裸麦の20～25°C育苗と水稲30°C育苗の材料について，根端より3cmの長さを切り取って実験した。測定温度は10～45°Cにわたり，5°C間隔としたが必要と認める範囲では1°C間隔とした。温度の低い場合は測定値の偏差が少ないので測定回数は比較的少なくし，高温になるにしたがって偏差が大きくなるので，測定回数を増した，

各測定値より Qo_2（乾物1mg当り1時間の酸素吸収量，0°C 1気圧の体積に換算）の平均値を求めて比較すれば第1表および第1図のとおりである。これによれば，呼吸作用は温度の上昇にしたがって増加したが，ほぼ2個所の温度に頂点を示して減退した。その頂点は水稲では33～35°Cと39～40°C，小麦では33°Cと35°C，裸麦では31～32°Cと35°Cとに見られた。

低温における呼吸作用は小麦と裸麦が水稲よりも優る傾向があつたけれども，高温になればこれらの関係が逆転した。45°Cくらいになればいずれも呼吸作用が低下したが，なお30°Cとほぼ同程度の呼吸を示した。

温度と呼吸作用との関係を詳細に検討するために，10～30°Cの範囲において Qo_2 の平均値の対数を求めてみたところ，いずれも直線に近い上昇をすることがわかった。そこでこの数値に基ずき最小二乗法による理論直線を算出して，さらに温度と呼吸作用の関係を示す指数曲線を画いてみると，実測値の平均と極めて接近していたので，30°Cくらいまでは温度の上昇によって指数曲線的に上昇するものと言い得るであろう。さらに呼吸作用の温度係数(Q_{10})を求めたところ次のようになった。

水　稲（20～25°C育苗）……2.5　　水　稲（30°C育苗）…………2.8
小　麦（20～25°C育苗）……2.0　　裸　麦（20～25°C育苗）……2.0

次に時間の経過と呼吸作用との関係を温度別に知るために，10分ごとの検圧計の読みから酸素吸収量(0°C，1気圧の体積に換算)を比較してみた。これによれば，時間の経過にともない酸素吸収量はほぼ直線的に上昇することが見られたが，40～45°Cになれば時間の経過するにつれて上昇度が多少衰ろえる傾向があった。

第1表 温度と根

Table 1. Relation between temperature and the

実験材料 Material	育苗温度 Cultivating temperature (°C.)	実験温度 Temperature of experiments (°C.)	10	15	20	25	30
水稲 (朝日) Rice	20〜25	(A) Qo_2 mm³	1.50	2.36	3.97	6.01	9.65
		(B) 測定回数	1	2	4	5	8
	30	(A) Qo_2 mm³	1.22	2.13	3.40	6.23	9.07
		(B) 測定回数	3	5	4	6	7
小麦 (農林20号) Wheat	20〜25	(A) Qo_2 mm³	2.47	3.79	5.73	7.42	9.54
		(B) 測定回数	3	4	4	4	8
裸麦 (兵庫裸) Barley	20〜25	(A) Qo_2 mm³	2.35	3.84	5.07	7.44	9.91
		(B) 測定回数	3	5	7	6	17

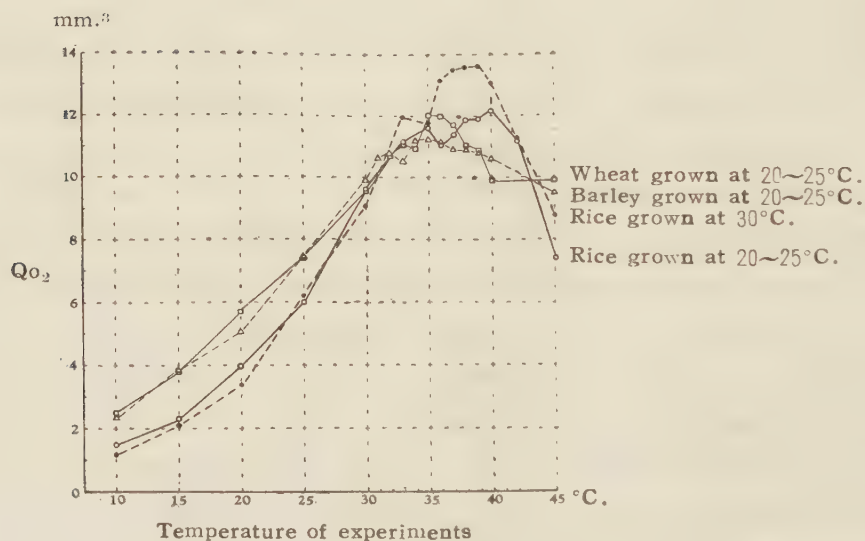
(Notes) (A): mm.³ O_2 / hr. / mg. dry wt. (0°C., 760mm.) (average)
(B): Number of measurements

第1図 温度と根の呼吸作用

Fig. 1. Relation between temperature and the respiration of roots

の　呼　吸　作　用
respiration of roots (0—3cm. region from root apex)

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	42	45
—	—	11.18	—	11.62	11.03	11.43	11.86	11.87	12.17	11.15	7.39
—	—	7	—	13	12	14	8	18	15	4	4
—	—	11.98	—	11.78	13.14	13.50	13.59	13.62	13.06	11.26	8.76
—	—	10	—	8	6	6	7	9	10	5	6
—	10.72	11.06	10.97	12.06	12.01	11.70	11.50	10.88	9.88	—	9.93
—	8	6	7	12	12	17	10	7	10	—	7
10.67	10.78	10.50	11.11	11.26	11.17	10.92	10.89	10.79	10.62	—	9.48
9	6	8	9	10	6	6	6	8	9	—	5

2. 根の部位および育苗温度と呼吸作用に関する実験

前項の実験においては根端より3cmの長さについて測定したのであるが，根端部と基部とで呼吸作用と温度との関係が相違があるか否かについて確めることも必要である。また前実験において，シャーレ中で発根させた麦類は根が屈曲しているので，正確に3cm切り取ることが困難であった。そこで本実験では根端より1cmごとに切断して，各部位別に50本ずつ集めて，10～40°C の範囲で5°C間隔の温度について，1時間における酸素吸収量を測定した。前実験では育苗温度は，20°Cと30°Cの2階級を設ける予定であったが，定温器の設置場所や測定時期の関係で20°C を維持することができず，20～25°Cとなったので，本実験ではなるべく20°Cを推持するよう工夫した。なお水稲のみは前実験同様30°C育苗区も設けた。

第2表に根端より0～1cmの部位および2～3cmの部位について，各長さ1cmで50本当りの酸素吸収量および乾物重1mg当りの酸素吸収量（Qo_2）を掲げる。

これによれば，各温度とも根端に近い部位は基部にくらべて明らかに呼吸作用が大であった。また温度の上昇と呼吸作用の消長については両部位は大体並行的であった。各作物とも 35～40°Cの間を過ぎれば，呼吸作用が衰ろえることがうかがわれた。水稲において低温育苗（20°C）は高温育苗（30°C）にくらべて1cm当りの呼吸量は明らかに大きかったけれども，乾物 1mg 当りの呼吸量は大差ないか，むしろ小さかった。これは低温で育苗すれば，根の生長速度が小さい反面，根の直径が大きくなって，単位長さ当

りの重量が大きくなるためである。また裸麦は水稲や小麦にくらべ根が太いため，1cm当りの呼吸量は大きかったが，1mg当りにすれば低温では大差なく，高温になるにしたがって著しく小さくなってきた。

第2表　根の部位と呼吸作用

Table 2. Relation between root regions and respiration

実験材料 Material	育苗温度 Culti-vating temp. (°C.)	測定部位 Distance from root apex (cm.)	実験温度 Temp. of experiments (°C.)	10	15	20	25	30	35	40
水稲 (朝日) Rice	20	0—1	(A) 50本当り酸素吸収量 mm^3	11.87	23.65	34.84	60.89	68.27	84.46	64.56
			(B) Qo_2 mm^3	2.15	4.99	9.28	11.45	13.67	15.29	11.63
			(C) 測定回数	2	3	5	3	6	8	4
		2—3	(A) 50本当り酸素吸収量 mm^3	10.89	17.10	28.29	51.95	53.87	70.80	52.90
			(B) Qo_2 mm^3	2.16	3.63	5.02	7.34	9.98	11.63	9.01
			(C) 測定回数	2	3	5	5	6	8	4
	30	0—1	(A) 50本当り酸素吸収量 mm^3	9.84	12.78	26.89	36.23	49.30	59.21	56.29
			(B) Qo_2 mm^3	2.88	4.84	9.65	11.19	15.16	16.35	14.07
			(C) 測定回数	2	2	4	4	3	4	3
		2—3	(A) 50本当り酸素吸収量 mm^3	6.16	10.14	22.27	29.49	37.80	41.41	40.60
			(B) Qo_2 mm^3	2.06	4.51	5.70	10.04	11.01	12.73	12.33
			(C) 測定回数	2	2	4	4	4	4	2
小麦 (農林20号) Wheat	20	0—1	(A) 50本当り酸素吸収量 mm^3	13.55	25.77	52.51	66.91	70.77	56.06	52.13
			(B) Qo_2 mm^3	3.05	6.44	9.49	9.80	10.60	12.66	8.16
			(C) 測定回数	2	2	4	4	5	6	4
		2—3	(A) 50本当り酸素吸収量 mm^3	10.05	19.09	43.62	59.11	68.85	48.89	52.13
			(B) Qo_2 mm^3	2.01	4.53	6.62	8.91	9.86	12.20	8.50
			(C) 測定回数	2	2	4	4	6	6	4
裸麦 (兵庫裸) Barley	20	0—1	(A) 50本当り酸素吸収量 mm^3	28.18	44.48	48.54	66.29	73.04	72.56	71.43
			(B) Qo_2 mm^3	3.13	4.34	6.63	7.71	10.05	9.58	8.52
			(C) 測定回数	2	2	4	3	8	4	3
		2—3	(A) 50本当り酸素吸収量 mm^3	16.94	24.16	32.42	41.60	49.86	56.39	69.96
			(B) Qo_2 mm^3	2.42	2.80	4.41	4.87	7.25	7.01	8.41
			(C) 測定回数	2	2	5	3	8	4	3

(Notes) (A) : O_2 consumpted by 50 root segments

(B) : O_2 consumpted by 1mg. dry weight

(C) : Number of measurements

3. 呼吸基質の添加と呼吸作用に関する実験

前記の両実験においては，40～45°Cの高温になれば根の呼吸作用が低下することがわかったのであるが，地上部からの補給を断たれた根においては，呼吸基質の消耗によ

るものではないかという疑がある。そこで本実験においては呼吸基質として葡萄糖を使用し，これを種々の濃度に水道水に溶解したものを，1cc 側室に入れておいた。主室には 1cc の水道水を入れ，これに根端より 1 ～2cm の部位の根を 30 本浸漬して測定を開始した。1時間後に検圧計を傾斜させて側室の葡萄糖液を主室に注入し，さらに1時間測定を続行した。育苗温度は測定温度が 20～25° Cのときは20° C，30°C 以上のときは 25° Cとした。

第2図は水稲と小麦について1時間後に2％葡萄糖液を 1cc注入した場合(実線)と水道水を 1cc 注入した場合(点線)との呼吸量を10分ごとに測定比較したものである（乾物 1mg 当り酸素吸収量、0°C 1気圧の体積に換算)。また第3表に水稲・小麦・裸麦について[illegible]した結果をかかげる（葡萄糖[illegible]注入したもの，同一区劃内は同一日の実験)

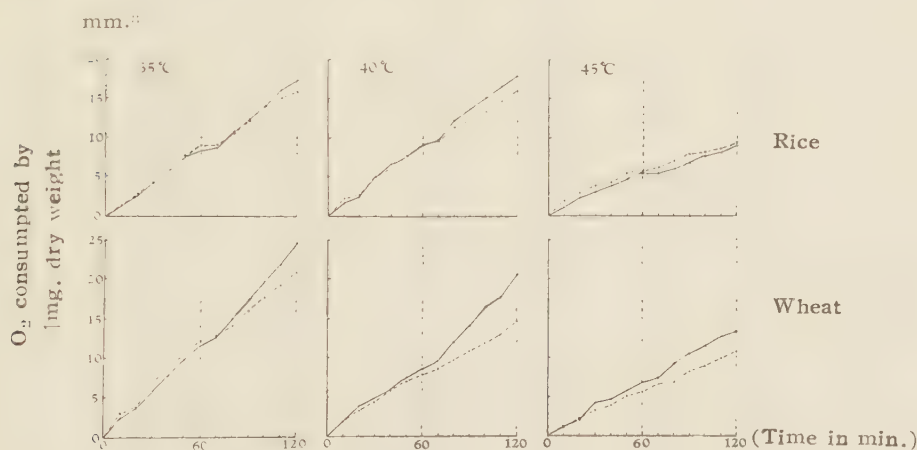
水稲においては無加用区（水道水のみを 1cc 注加）は高温になるにしたがって，最初の1時間の酸素吸収量にくらべて，後の1時間の酸素吸収量の減退が顕著になってきた。この場合適当な濃度の葡萄糖は酸素吸収量を増加せしめたが，45° C になればその程度も少なくなってきた。小麦と裸麦においては水稲にくらべて葡萄糖添加による酸素吸収促進率が大であつた。いずれにおいても，呼吸作用が盛んになる温度において葡萄糖添加による呼吸促進効果が大であつた。また高温に過ぎて呼吸作用が低下する場合には葡萄糖による促進効果も減退することが判明した

第2図 葡萄糖添加による呼吸作用の変化

Fig. 2. Change of respiration by adding glucose

(Notes) ——— After 1 hour, 2% glucose (1cc) was added to the roots submerged in 1cc tap water.

……… After 1 hour, tap water (1cc) was added to the roots.

第3表　葡萄糖と根の呼吸作用

Table 3. Effect of glucose on the respiration of roots (1-2cm. region from root apex)

実験材料 Material	実験温度 Temp. of experiments	葡萄糖濃度 Concentration of glucose	酸素吸収量 O_2 consumpted (mm.[3]) per 30 segments 1 hour (A)	per 30 segments 2 hours (B)	per 1mg. dry wt. 1 hour (A′)	per 1mg. dry wt. 2 hours (B′)	比率 Ratio $\frac{B-A}{A} \times 100$
水稲 (朝日) Rice	(°C.) 25	1 (%)	23.30	46.59	5.83	11.65	100
		0	19.61	39.23	3.92	7.85	100
		0	21.66	41.88	5.42	10.47	93
	30	5	26.16	55.08	5.23	11.02	111
		1	26.98	53.96	6.75	13.49	100
		0.5	29.72	56.60	7.43	14.15	90
		0	34.37	64.44	8.60	16.11	88
	35	5	43.12	87.63	8.62	17.53	103
		1	41.85	85.10	8.37	17.02	103
		0.5	44.68	86.66	7.45	14.47	94
		0	45.02	78.79	9.06	15.76	75
		5	35.50	74.81	7.10	14.96	111
		1	35.34	72.00	7.07	14.40	104
		0.5	35.24	71.78	8.81	17.95	104
		0	38.31	68.69	9.58	17.17	79
	40	5	43.34	86.68	10.84	21.67	100
		1	44.73	89.47	8.95	17.89	100
		1	46.17	88.14	10.26	19.59	91
		0	45.28	78.20	11.32	19.55	73
		0	45.64	77.45	9.13	15.89	70
		5	43.31	88.07	5.42	11.01	103
		1	43.29	73.59	7.22	12.27	70
		0.5	46.17	82.54	—	—	79
		0	38.72	67.73	7.74	13.35	75
	45	5	22.95	36.45	3.83	6.08	59
		1	27.20	44.88	5.44	8.98	65
		0.5	26.13	42.63	6.53	10.66	63
		0	28.38	46.83	5.68	[illegible]	[illegible]
		5	37.86	66.25	4.73	8.28	75
		1	41.76	71.39	6.96	11.90	71
		0	38.50	63.25	7.70	12.65	64
小麦 (農林20号) Wheat	20	1	17.53	39.45	3.51	7.89	125
		1	20.62	48.61	3.44	8.10	136
		0	19.36	34.76	3.87	6.95	80
	35	5	59.97	132.92	9.66	22.15	129
		1	57.44	123.29	11.49	24.66	115
		0.5	51.22	106.49	10.24	21.30	107
		0	60.94	103.88	12.19	20.78	70
	40	5	39.81	95.54	5.69	13.65	140
		1	38.30	95.76	5.47	13.68	150
		0.5	42.25	91.32	6.04	13.05	116
		0	42.78	78.66	10.70	19.67	84
		5	36.94	88.92	4.10	9.88	141
		1	34.08	81.78	8.52	20.45	140
		0	46.92	86.94	7.82	14.72	85
	45	5	35.33	70.65	5.89	11.78	100
		1	41.10	79.46	6.85	13.24	93
		0	32.86	64.34	5.86	10.72	96
		10	39.40	69.91	4.93	8.74	77
		5	42.44	72.02	6.06	10.26	70
		0	41.18	66.92	8.24	13.38	63
裸麦 (兵庫裸) Barley	20	1	31.00	64.94	5.17	10.82	109
		1	25.36	50.73	6.34	12.68	100
		0	29.26	52.36	7.32	13.09	79
	35	5	65.04	142.81	5.91	12.99	120
		1	61.24	135.59	6.80	15.0[illegible]	122
		0.5	60.85	134.43	8.69	19.20	121
		0	62.96	117.52	10.49	19.59	87
		1	46.47	97.84	7.75	16.31	110
		0	45.63	84.24	9.13	16.85	85

4． 生長素の添加と呼吸作用に関する実験

高温によつて呼吸作用が衰ろえてくる場合の生長素添加効果を実験した。生長素としては，α—ナフタリン醋酸ソーダと β—インドール醋酸カリを使用した。それぞれ水道水に種々の濃度に溶解して側室に 1cc 入れておいた。主室には 1cc の水道水を入れ，これに根端より 1 ～2cmの部位の根を30本浸漬して測定を開始し，1時間後に生長素液を主室に注入してさらに1時間測定を続行した。本実験は水稲のみについて行ない，育苗温度は 25°C であった。ナフタリン醋酸はインドール醋酸より低濃度で効果があることが一般の場合に知られているので，前者の稀釈度をやや高くした。この結果を第4表は示す（濃度は注入後の濃さ，各温度における生長素濃度の比較は同一日の材料)。

生長素の効果は，温度があまり高くないときは必ずしも顕著でなかった。40～45°C の高温になれば，適当な濃度であれば生長素添加による呼吸促進効果が幾分見られた。

第4表　生長素と根の呼吸作用（水稲朝日）

Table 4. Effect of growth substances on the respiration of rice roots (1—2cm. region from root apex)

生長素 Growth substance	実験温度 Temp. of experiments (°C.)	濃度 Concentration (%)	酸素吸収量 O_2 consumpted (mm.^{3}) per 30 segments 1 hour (A)	per 30 segments 2 hours (B)	per 1mg. dry wt. 1 hour (A′)	per 1mg. dry wt. 2 hours (B′)	比率 Ratio $\frac{B-A}{A}\times 100$
α-naphthalene acetic acid	30	0.001	35.58	68.30	5.93	11.38	92
		0.0001	33.10	63.32	5.52	10.55	91
		0.00001	34.16	62.37	5.69	10.40	83
		0	35.30	70.60	5.04	10.09	100
		0	37.44	72.00	6.24	12.00	92
	35	0.001	48.08	93.32	9.62	18.66	94
		0.0001	48.11	88.94	8.02	14.82	85
		0.00001	49.53	87.73	7.08	13.96	77
		0	48.58	91.64	8.10	15.27	89
		0	44.77	89.54	11.19	22.39	100
	40	0.001	44.16	78.66	11.04	19.67	78
		0.0001	43.79	70.33	14.60	23.44	61
		0.00001	45.14	71.14	9.03	14.23	58
		0	45.94	80.74	9.19	15.15	76
	45	0.001	36.29	63.17	9.07	15.79	74
		0.0001	33.80	59.49	8.45	14.87	76
		0.00001	30.12	47.92	7.53	11.98	59
		0	31.09	52.28	6.22	10.46	68
		0	32.88	54.80	6.22	13.70	67
β-indole acetic acid	35	0.01	47.39	94.43	11.85	23.36	97
		0	47.43	92.03	11.86	23.02	94
		0	50.08	94.59	11.70	23.65	89
	40	0.01	45.12	71.66	11.28	17.92	59
		0.001	50.62	94.39	12.66	23.60	86
		0.0001	54.52	84.96	13.63	22.49	65
		0	45.94	79.34	11.49	19.84	73
		0	45.54	82.80	15.18	27.60	80
	45	0.01	31.49	49.28	7.87	12.32	57
		0.001	33.93	52.92	8.48	14.98	56
		0.0001	32.63	50.90	8.16	12.73	56
		0	32.30	48.46	8.08	12.12	50
		0	36.21	53.64	9.05	13.45	40

しかしそれは正常な呼吸作用にまで挽回させるには至らなかった。

Ⅳ. 考　　察

温度と呼吸作用に関する既往の文献を見ると，FERNANDES[11]（エンドウ，幼植物）は0～45°Cで増加し，50～55°Cで漸次減退すると報じ，HEVITT と CURTIS[16]（インゲンマメ，葉）は4～40°Cの範囲で増加すると言い，GOODMAN と WEDDING[14]（ワタ，葉）は5～45°Cの間で増加し，50～55°Cが漸次衰弱するといっている。山田，村田[43]（稲，葉）は15～40°Cにおける呼吸作用の温度係数（Q_{10}）は発育時期によって相違があるが，1.66～2.06であり平均1.87とした。また稲の根については，根端では40°Cまで，根の上部では35°Cまで呼吸作用が増大するがそれ以上になれば減退すると報告した。

これらの諸実験はいずれも5°Cもしくは10°C間隔で測定を行なったものであるが，本実験においては必要に応じて測定温度の間隔を狭くして実験したことに特色がある。10～30°Cの範囲ではほぼ指数曲線をもって呼吸作用が上昇したことは既往の諸文献と合致するのであるが，呼吸作用の頂点が単一でなく少なくとも2カ所あるという相違点を見出した。最初の頂点は各作物における根毛の原形質流動の速度が最大となる温度に近いことからみて[8]，原形質の健康を保持しうる健全な呼吸作用の頂点と考えられる。しかしそれを過ぎれば，不健全な消耗的呼吸が行なわれ，温度によって呼吸酵素の活動がいたずらに促進されるものであろう。換言すれば，かような高温による呼吸の昂進はATPの生産に共軛しないむだな呼吸であって，それによって生ずるエネルギーは単なる熱として放散されるということも考えられる[26]。しかしさらに高温になれば呼吸酵素の活動も阻害されてくるはずであるから呼吸作用の低下が起ってくるとみられる。しかし本実験のごとく無菌培養を行なっていない場合は，根に付着していた細菌か，あるいは水中の細菌による呼吸作用も或程度考慮する必要があり，かなりの高温でもまだかなり呼吸が営なまれているようにみえるのはこのためではあるまいか。本実験の結果作物の種類によって呼吸と温度の関係が異なっていたので，細菌の呼吸が大きな支配をしているとは考えられない。すでに DU BUY[10]（燕麦，鞘葉）は，18°C以下の呼吸ではKCN不感受性酵素系がはたらき，35°Cまでは温度の上昇とともKCN感受性酵素系が作用し僅かに曲線が上昇すると報じたことを照合してみると，温度による酵素系の活動の盛衰については考慮を払う必要がある。

高温下において時間の経過するにしたがって呼吸作用が衰退してきた理由としては，呼吸室の空気中の酸素含量と消費量とからみて，酸素欠乏によるものとは考え難い。また葡萄糖のような呼吸基質の添加は呼吸旺盛温度付近で最も効果があり，それ以上になれば効果はあっても僅少になってきたことから，呼吸基質の欠乏が主体をなすとも考え

られない。また高温下で生長素の呼吸促進作用がわずかに認められてきたことなどから考えて，高温による呼吸の減退は原形質の衰弱が主体をなすと考えて差しつかえあるまい。稲・麦に関する限り，作物の種類により，また夏作物と冬作物という観点から，呼吸作用の頂点や温度係数が異なることは，それら作物の原形質の特徴として興味ある問題である。

呼吸作用の主体となるのは原形質であるが，根のような材料を取り扱う場合には，乾物重では，生命を有しない細胞膜や木質部の組織などが，生命を有している原形質よりはるかに大きな割合を占め，その多少によつて著しく支配され，とくに実験材料が少ない場合には重さの誤差が大きく，Qo_2に甚だしく影響する。また生体重の測定では，本実験のごとく水に浸漬して育てた場合には付着した水を除去する際に根を傷け，また水の除去方法により誤差が大きくなる。本実験のごとく 1cm くらいの長さに切断して，その一定本数当りの呼吸量の比較を併せ行なうことも有効であり，また養分吸収と関連して考えるとき実際に即した方法ともいえよう。

V．摘　　要

1．根の呼吸作用と生理的特性との関係を研究するために，水稲・小麦・裸麦の種子根を切り取って WARBURG 法により10～45°Cの温度において酸素吸収量を測定した。

2．呼吸作用の温度曲線にはほぼ 2 カ所に頂点がみられた。それは水稲では 33～35°Cと39～40°C，小麦では33°Cと35°C，裸麦では31～32°Cと35°Cであった。

3．各作物とも，呼吸作用は最初の頂点まではほぼ指数曲線的に増加した。10～30°Cの間で温度係数（Q_{10}）は，水稲（20～25°C育苗）は2.5，水稲（30°C育苗）は2.8，小麦と裸麦（20～25°C育苗）はともに2.0であった。

4．根端から遠ざかるにしたがって呼吸作用が減退した。しかし，温度と呼吸作用の関係については根の部位による大きな差はなかった。

5．20°C育苗の稲根は30°C育苗の場合にくらべて根径が大きくなったので単位長さ当りの呼吸量が大きかったが，単位乾物重当りの呼吸量についてはその関係が逆転した。

6．裸麦の根は水稲と小麦にくらべて根径が大きかったので，単位長さ当りの呼吸量が大きかったが，単位乾物重当りの呼吸量については，その関係が逆転した。

7．適当に稀釈した葡萄糖溶液中において根の呼吸量は適温下では著しく増加した。40～45°Cではその効果が減少した。その呼吸促進効果は水稲より麦類が大きかった。

8．適当に稀釈したα―ナフタリン醋酸またはβ―インドール醋酸溶液中において，稲根の呼吸量は40～45°Cでわずかに促進された。

引 用 文 献

1. 有門博樹 1959. 通気系の発達と作物の耐湿性との関係 第11報 地上部の有無と根の呼吸の強さとの関係, 日作紀 28 : 1—3.
2. 馬場 赳, 稲田勝美 1958. 作物の根の生理的研究 第1報 新旧別に分級した水稲根の特性と無機成分吸収との関係, 日作紀 27 : 151—154.
3. 馬場 赳, 高橋保夫, 岩田岩保 1952. 水稲の胡麻葉枯病に関する栄養生理的研究(予報), II. 水耕液に対する硫化水素使用が無機成分の吸収に及ぼす影響, 日作紀, 21 : 98—99.
4. 馬場 赳, 高橋保夫, 岩田岩保, 田島公一 1955. 同上, IX. 硫化水素が無機成分の吸収, 窒素代謝及び炭水化物代謝に及ぼす影響, 日作紀 23 : 272.
5. BROYER, T. C. and HOAGLAND, D. R. 1940. Methods of sap expression from plant tissues with special reference to studies on salt accumulation by excised barley roots. Amer. Jour. Bot. 27 : 501—511.
6. BROYER, T.C. and OVERSTREET, R. 1940. Cation exchange in plant roots in relation to metabolic factors. Amer. Jour. Bot. 27 : 425—430.
7. CHANG, H. T. and LOOMIS, W. E. 1945. Effect of carbon dioxide on absorption of water and nutrients by roots. Plant Physiol. 20 : 221—232.
8. 土井彌太郎 1950. 作物の根毛に於ける原形質流動に関する研究, 農林省農試報告 69 : 1—47.
9. 土井彌太郎, 山谷馨作 1953. 稲葉の溢液現象(GUTTATION)に及ぼす[illegible]の影響, 山口大農学部学術報告 4 : 133—162.
10. DU BUY, H.G. 1940. The effect of temperature on respiration, protoplasmic streaming and transport in oats. Amer. Jour. Bot. 27 (Suppl.) : 14s.
11. FERNANDES, D. S. 1923. Aerobe und Anaerobe Atmung bei Keimlingen von Pisum sativum. Rec. Trav. bot. néerl. 20 : 107—256.
12. 藤井義典, 田中典幸 1955. 水稲の熟期の早晩による水中溶存酸素吸収について(予報), 日作紀 24 : 95—96.
13. 藤井義典, 田中典幸 1955. 水稲苗の水中溶存酸素吸収について, 九州作物談話会報 8 : 15—16.
14. GOODMAN, V.H. and WEDDING, R.T. 1956. The influence of temperature on the respiration of cotton leaf-discs. Plant Physiol. 31 : 275—278.
15. 服部静夫 1938. 植物生理化学実験, 養賢堂, 東京.
16. HEVITT, S.P. and CURTIS, O.F. 1948. The effect of temperature on loss of dry matter and carbohydrate from leaves by respiration

and translocation. Amer. Jour. Bot 35 : 746—755.

17. Hoagland D. R. and Broyer, T. C. 1936. General nature of the process of salt accumulation by roots with description of experimental methods. Plant Physiol. 11 : 471—507.

18. Honda, S. I. 1956. The salt respiration and phosphate contents of barley roots. Plant Physiol. 31 : 62—70.

19. 池畑勇作，山口尚夫　1954．水稲品種の生理的特性と秋落抵抗性に関する研究（予報），1．水稲根電位差の品種間差異，2．水稲根による酸素吸収及び排出の品種間差異，日作紀　23 : 67．

20. Inada, K. and Baba, I. 1960. Physiological studies on the root of crop plants. II. Role of cytochrome oxidase in respiration and nutrient absorption of rice roots. Proc. Crop Sci. Soci. Jap. 28 : 347—350.

21. 川合通資，池本節雄　1958．水稲の根の水中酸素吸収に及ぼす光線並びに温度の影響(要旨)，日作紀　27 : 324．

22. 木戸三夫，武舎武夫　1954．通気と水稲の生育特に根の形態及び呼吸との関係，日作紀　23 : 16—20．

23. 木村次郎，岡島秀夫，高城成一　1954．水稲に於ける硫化水素の行動（第5報）水稲根の呼吸に及ぼすH_2Sの影響，日土肥雑　25 (Supple. No. 1) : 31．

24. Lundegårdh, H. 1940. Investigations as to the absorption and accumulation of inorganic ions. Ann. Landw. Hochsch. Schwed. 8 : 233—404.

25. Machlis, L. 1944. The influence of some respiratory inhibitors and intermediates on respiration and salt accumulation by excised barley roots. Amer. Jour. Bot. 31 : 183—192.

26. Machlis, L. 1944. The respiratory gradient in barley roots. Amer. Jour. Bot. 31 : 281—282.

27. 松中昭一　1956．イネの呼吸酵素系研究の諸問題，農業技術　11 : 448—452．

28. 三井進午，麻生末雄，熊沢喜久雄，1951．作物の養分吸収に関する動的研究（第1報）作物根の養分吸収に対する硫化水素の影響に就て，日土肥雑　22 : 46—52．

29. 三井進午，熊沢喜久雄，石原達夫　1953．同上（第7報）水稲根の養分吸収に及ぼす硫化水素，青酸ナトリウム，窒化ナトリウム等呼吸酵素阻害物質並びに酪酸の影響に就いて，日土肥雑　24 : 45—50．

30. Newton, J.D. 1925. The relation of the salt concentration of the culture solution to transpiration and root respiration. Sci. Agr. 5 : 318—320.

31. 野田健児，江口末馬，熊本　司，茨木和典　1955．暖地麦類の生育相にかんする研究　第3報　小麦・裸麦における根の発達と地上部の生育との関係，九州

農試彙　3：67—86.

32. 野口彌吉，菅原友太　1952．水稲に対するカリの効果に関する研究，東大農学部栽培学研究室報告 1.

33. ORDIN, L. and JACOBSON, L. 1955. Inhibition of ion absorption and respiration in barley roots. Plant Physiol. 30：21—27.

34. 佐藤　庚　1952．水稲の根による水中溶存酸素消耗に関する1，2の観察，日作紀 21：16—17.

35. 佐藤健吉　1949．稲の呼吸に関する2，3の実験(予報)，九州農事試験研究発表会講演要旨　5：7—10.

36. 佐藤健吉，森田常四郎　1943．水稲の根の呼吸特に水中溶在酸素の消耗に就て，日作紀　14：219—226.

37. 鈴木新一，前田正男　1951．水稲に対する硫化水素処理が吸収成分に及ぼす影響(予報)，日土肥雑　22：81.

38. 植木健至　1955．暖地における水稲生育に及ぼす灌漑水温の影響　第3報　根の発育に及ぼす低水温の影響，鹿大農学報告　4：49—53.

39. VLAMIS, J. and DAVIS, A.R. 1944. Effects of oxygen tension on certain physiological responses of rice, barley, and tomato. Plant Physiol. 19：33—51.

40. 山田　登，村田吉男，猪山純一郎　1953．作物の呼吸作用に関する研究(第2報) 水稲体各部呼吸量の発育に伴う消長，日作紀　21：195—196.

41. 山田　登，村田吉男，長田明夫，猪山純一郎　1954．同上，(第5報) 移植及び直播栽培に於ける水稲体の呼吸作用，日作紀　22：53.

42. 山田　登，村田吉男，長田明夫，猪山純一郎　1954．同上，(第6報) 水稲根に対する地上部からの酸素供給，日作紀　22：54—56.

43. YAMADA, N., MURATA, Y., OSADA, A. and IYAMA, J. 1955. Photosynthesis of rice plant. Proc. Crop Sci. Soci. Jap. 23：214—221.

44. 山田　登，太田保夫　1955．水稲の冠水抵抗性に関する研究，日作紀　23：155—161.

45. 山田　登，太田保夫　1958．水稲根の呼吸と窒素吸収，農業技術　13：341—345.

46. YAMADA, N. and OTA. Y. 1958. Study on the respiration of crop plants. (8) Effect of hydrogen-sulfide and lower fatty acids on the respiration of root in rice plant. Proc. Crop Sci. Soci. Jap. 27：155—160.

47. 山川　寛，藤井啓史　1955．水稲と水中溶在酸素に関する若干の観察，九州作物談話会報　8：13—14.

48. 山川　寛，岸川英利　1957．栽培時期が水稲の地下部の生育に及ぼす影響，九州作物談話会報　11：9—11.

49. 山川　寛，岸川英利　1957. 暖地における水稲の栽培時期に関する研究　Ⅲ. 地下部の発達，水田土壌の温度及び酸化還元電位に及ぼす栽培時期の影響，佐大農学彙報　5：41−96.

50. 吉川春寿，小倉安三，関根隆光，森田茂広，高橋　甫　1954. ワールブルグ検圧計，化学の領域，増刊13，南江堂，東京.

The Respiration in the Seedling Roots of Rice, Wheat and Barley as influenced by Temperature

By

Yataro DOI, Makoto YAMAGATA, Kazuyuki OKADA,
Ryoiti HIGUTI and Tosio AKASAKI

(Laboratory of Crop Science, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

Résumé

1. In order to investigate the relationship between respiration and physiological characters of roots, the respiratory rate (Qo_2) of the excised seedling roots (1～3cm. segments) of rice, wheat and barley was measured in various temperature levels from 10 to 45° C. with WARBURG's method.

2. There were two peaks in each temperature curve for respiration. These peaks were 33～35 and 39～40 C. for rice, 33 and 35°C. for wheat, and 31～32 and 35°C. for barley. The temperature for first peak in each plant resembled the temperature for maximum rate of protoplasmic streaming in root hair as reported by one of the authors.

3. The rate of respiration increased in an exponential curve under the first peak in each plant. Between 10 and 30°C., Q_{10} values were 2.5 in rice plant which had grown at 20～25°C., 2.8 in rice plant which had grown at 30 C., and 2.0 in wheat and barley plants which had grown at 20～25°C.

4. The respiratory rate decreased with increasing distance from the root apex. As to the relation between temperature and respiration, however, the remarkable difference was not observed in the different root regions.

5. The roots of rice grown at 20°C., as compared with 30°C., revealed higher respiratory rate per unit length, because the diameter of roots was larger. In the case of respiratory rate per unit dry weight, however, this relation reversed.

6. The roots of barley, as compared with rice and wheat, revealed higher respiratory rate per unit length, beacause the diameter of roots was larger. In the case of respiratory rate per unit dry weight, however, this relation reversed.

7. When the roots were submerged in adequately diluted solutions of glucose, the respiratory rate increased distinctly within the range of optimum temperature for respiration. The effect, however, decreased at 40～45°C. The respiration of wheat and barley plants, as compared with rice plant, was remarkably promoted by adding glucose solution.

8. When the roots of rice were submerged in adequately diluted solutions of α-naphthalene acetic acid or β-indole acetic acid, the respiration was slightly promoted at 40～45°C.

作物のX線診断に関する研究

第4報　麦類に対する春化処理の効果

土井彌太郎[*]・山県　恂[**]・国増一幸[***]

Y. DOI, M. YAMAGATA and K. KUNIMASU:

Studies on the X-ray Diagnosis of Crop Plants.

4. Response of Wheat and Barley to Vernalization

Ⅰ. 緒　　言

一般に麦類の春化処理の効果は出穂期の早晩，もしくは出穂不能となるかどうかによって判定されているが，さらに解剖によって幼穂の発育状態を観察することも重要である。しかし実験材料の発育途中において抜き取って解剖することはその後の観察を不能にするばかりでなく，多数の実験材料を準備しなければ個体変異による誤差を生じやすい。また春化処理の直接的効果以外に干害・凍害・高温障害・病虫害などによって幼穂の枯死が起った場合にこれらの事故を適確につかむことが困難であり，それらによって春化処理の効果が攪乱されることがある。

そこでX線透視法を春化処理の効果の判定に利用する目的をもって本実験を施行したのである。

本実験に供用した種子は農林省東北農業試験場盛岡試験地より分譲を受けたものである。ここにその厚意を深謝する次第である。

Ⅱ. 実験の材料および方法

実験用種子は農林省東北農業試験場盛岡試験地産の下記の品種を用いた（括弧内数字は盛岡試験地より示された秋播性程度で，番号の若い方が秋播性程度が小で春播性程度が大)。

小麦：　春播小麦農林3号（Ⅰ），ナンブコムギ（Ⅴ），Poole Wheat（Ⅶ）

大麦：　会津4号（Ⅱ内外），岩手大麦1号（Ⅶ）

*　山口大学教授（農学部作物学研究室）

**　山口大学助教授（農学部作物学研究室）

***　山口大学農学部作物学研究室

播種および処理は次のようにした。

(1) 秋播区

浸種：　11月9日(1959年)，室温下。

催芽：　11月11日，25°C定温器に搬入。

播種：　小麦は11月13日，大麦は11月16日。

(2) 春播区

(a) 春化処理区

浸種：　1月28日(1960年)，室温下。

催芽：　1月30日，25°C定温器に搬入(芽が0.5cmに伸長したものあり)。

低温処理：　小麦は2月1日より，大麦は2月3日より電気冷蔵庫に搬入。温度はほぼ1°Cに保つようにしたが後期には3～4°Cに上昇したこともあった。

播種：　3月22日(芽の長さ1～3cm，大麦は比較的長い)。

(b) 無処理区

浸種：　3月15日，室温下。

催芽：　3月17日，25°C定温器に搬入。3月19日，小麦は伸びすぎを抑制するため室温下へもどす。

播種：　3月22日(春化処理区と同程度の芽の長さに達したとき)。

5万分の1型ポットに土を詰め，1ポット当り硫安4.8g，過石6g，塩加1.6gを施用した。

1ポット当り4～6粒播種し，芽が出現した後に間引いて2本立とした。1試験区2鉢，各品種2個体宛適宜 SOFTEX-J 型によりX線透視を行ない，X線写真により幼穂の発育経過を追跡した。

Ⅲ. 実験結果

秋播区の主稈幼穂の発育経過を調査した結果を第1表に掲げる。この場合，農林3号が1個体幼穂が枯死して出穂しなかった。その他の品種においては異常なく出穂成熟を完うした。

春播区の主稈出葉経過ならびに幼穂の発育経過を調査した結果を第2表と第3表に掲げる。

農林3号：　春化処理区，無処理区ともに幼穂の形成を認めたが，出穂しなかった。無処理区に虫害(ダイメイチュウ)をうけたものが1個体あった(図版参照)。

ナンブゴムギ：　春化処理区が3個体出穂し，1個体枯死した。無処理区では幼穂の形成が確認されず，枯死した。

第1表　秋播区における主稈幼穂の発育経過（無処理）（幼穂長：cm）

種名	品種名	個体番号 ＼ 月日	3 14	21	28	4 4	11	18	25	5 2	9	16	出穂月日
小麦	農林3号	1	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	1.3	2.8	6.9	15.0		5,12
		2	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	1.2	2.5	5.7	7.8	枯	—
	ナンブコムギ	1	0.5	1.0	2.7	6.8	12.0						4,14
		2	0.5	1.2	2.7	5.9	9.7						4,15
	Poole Wheat	1				0.5	0.6	0.8	1.8	5.5	10.0		5,12
		2					0.5	0.6	1.5	5.5	10.0		5,13
大麦	会津4号	1					1.7	3.4	5.0				4, 5
		2	1.2	2.2	2.9	3.0							4, 7
	岩手大麦1号	1							0.5	1.9	4.4	4.7	5,16
		2								1.0	2.8	4.0	5,20

第2表　春播区における主稈の出葉経過（春化処理および無処理）

種名	品種名	試験区	個体番号 ＼ 月日	4 25	5 2	9	16	23	30	6 5	13	出穂月日	備考
小麦	農林3号	処理	1	5m	7s	8m	9s	9m	9m	9ℓ	枯		
			2	4s	7m	8m	9s	9ℓ	9ℓ	9ℓ	枯		
			3	4ℓ	6ℓ	7ℓ	8ℓ	9ℓ	10s	10s			
			4	5s	7m	8m	8ℓ	9s	9s				
		無処理	1	4ℓ	6ℓ	8s	8ℓ	9m	9m	9ℓ	10s		
			2	4ℓ	6ℓ	7ℓ	8ℓ	9m	9m	9ℓ	9ℓ		
			3	5s	6ℓ	7ℓ	8m	9s	9m	9ℓ	9ℓ		虫害枯
			4	4ℓ	6ℓ	7ℓ	8ℓ	9s	9ℓ	9ℓ	9ℓ		
	ナンブコムギ	処理	1	5m	7ℓ	8ℓ	9ℓ					5,19	
			2	5ℓ	8s	8ℓ	8ℓ	8ℓ	枯			—	
			3	5ℓ	8s	8ℓ						5,16	
			4	5ℓ	8s	8ℓ	8ℓ					5,23	
		無処理	1	5ℓ	8s	9s	10s	11m	12m	枯			
			2	5m	8s	9m	10m	11m	11ℓ	12s	12m		
			3	5ℓ	8s	9m	10m	11s	12m	13m	13m		枯
			4	5m	8s	9s	10s	11s	12s	13s	13s		
	Poole Wheat	処理	1	6s	9s	10s	11s	12s	13m	14s	15s		
			2	5ℓ	8ℓ	10s	11s	12s	13m	14s	15s		虫害枯
			3	5ℓ	8ℓ	10s	11s	12m	12m	枯			
			4	5ℓ	8ℓ	10s	11m	12m	12m	12m	12m		
		無処理	1	5ℓ	8m	9m	10m	11m	13s	14m	14m		
			2	5ℓ	8m	9m	10ℓ	11m	13m	14m	14m		
			3	5ℓ	8m	9ℓ	11s	12m	13s	14m	15m		
			4	5ℓ	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m		
大麦	会津4号	処理	1	4s	6m	8s	8ℓ					5,21	
			2	4s	6m	7m	7ℓ					5,19	
			3	4m	6ℓ	7m	7ℓ					5,20	
			4	4ℓ	7s	8s	8ℓ					5,20	
		無処理	1	5s	7s	8s	9s	10s	10m				
			2	4ℓ	7s	8s	9s	10s	10m				
			3	4m	6ℓ	8s	8ℓ	9m	9ℓ	枯			
			4	4m	6ℓ	7ℓ	8m	9s	9m				
	岩手大麦1号	処理	1	5m	7s	8s	8m	枯					
			2	5m	7s	8s	8m	枯					
			3	5m	7s	7m	8s	枯					
			4	5s	7s	7m	8s	枯					
		無処理	1	4m	6m	7s	7s	枯					
			2	4ℓ	7s	7m	7m	枯					
			3	4m	6m	7s	7m	枯					
			4	4s	6s	7s	7m	枯					

（備考）　s，m，ℓ は各葉の出現程度の小，中，大を目測した記号。

第3表 春播区における主稈幼穂の発育経過（春化処理および無処理）（幼穂長：cm）

種名	品種名	試験区	月日 / 個体番号	5月 7	14	21	28	6月 4	11	18	備考
小麦	農林3号	処理	1	—	—	0.4	0.4	0.3	枯		
			2	—	—	0.4	0.4	0.3	枯		
		無処理	1	0.3	0.5	0.6	0.5	0.5	枯		
			2	0.3	0.5	0.7	0.7	0.7	枯		
	ナンブコムギ	処理	1	3.2	5.8	7.0					
			2	1.7	2.7	枯					
		無処理	1	—	—	—	—	—	—	—	
			2	—	—	—	—	—	—	—	
	Poole Wheat	処理	1				0.5	0.9	0.9	枯	
			2				0.5	0.7	0.5	0.5	虫害枯
		無処理	1				—	—	—	—	
			2				—	—	—	—	
大麦	会津4号	処理	1	1.6	3.4	3.4					
			2	1.4	3.2	3.2					
		無処理	1	—	—	—	—	—	—	—	
			2	—	—	—	—	—	—	—	

（備考） — 印は幼穂を確認できなかつたもの。

Poole Wheat： 春化処理区では幼穂の形成が認められたが，無処理区では確認されなかった。両区とも出穂せずに枯死したが，処理区では虫害（ダイメイチュウ）により枯死したものが1個体あった（図版参照）。

会津4号： 春化処理区ではいずれも出穂したが，無処理区では幼穂の形成が確認されず，枯死した。

岩手大麦1号： 春化処理区，無処理区とも5月初めに全個体黄化して枯死したが解剖によっても幼穂の形成が確認されなかった。

供試品種（岩手大麦1号を除く）の生育状況を第1図の写真によって示す。

Ⅳ. 考　　察

本実験において，幼穂が発育を停止して枯死する場合がしばしば観察された。たとえば秋播区の農林3号の1個体幼穂枯死がみられた。このような秋播性程度の低い品種においては，幼穂の発育が進みすぎたために凍害にかかつたのではないかということが一応疑がわれる。しかしX線写真によって幼穂の発育経過をしらべてみれば，発育が早すぎたのではない。しかも5月に幼穂長 8cm 近くになって枯死したので，凍害によるものとは考えられない。それならば寒地に適した品種を暖地に栽培したため高温障害，あるいは本春の多雨の気象からみて，高温多湿の害とも考えられる。春播の岩手大麦1号が枯死したのも，同様に高温もしくは高温多湿の害を顕著な例と思われる。

農林3号春播区の処理は無処理にくらべて幼穂の発育が必ずしも早くなつていないのは，秋播性程度が低いため春化処理に対する反応がほとんどなかったものと思われるが，しかしナンブコムギ，Poole Wheat，会津4号では，無処理区にみられない幼穂の発

第1図　麦類の秋播（無処理），春播（春化処理），春播（無処理）の生育状態
（左より）（5月28日撮影）

育が確認されたことは，春化処理の効果があったものと考えられる。しかし必ずしも出穂に至らず幼穂の枯死が起った場合が多数あった。それらは，春化の不充分ということも考えられるけれども，高温障害による枯死ということも考える必要がある。また害虫に幼穂またはその付近が喰害されて枯死したものもあった。このように春化処理の効果を出穂の有無で判定することはきわめて危険であるが，抜き取りによる幼穂の調査を行なうとすれば多数の供給個体を必要とし，しかもそれに誤差あることもまぬがれない。ここに生体観察の目的でX線診断が活用される場面が確認されたわけである。

V．摘　　要

1．超軟X線発生装置 SOFTEX-J 型を，小麦3品種と大麦2品種の春化処理に対する反応の研究に使用した。

2．本装置は種々の気象的または生物的災害によって幼穂が出穂前に枯死したとき，春化処理の効果を判定する場合に有効であった。

文　　献

1．土井彌太郎・山県　恂：作物のX線診断に関する研究(第1報) 実験方法の研究，山口大学農学部学術報告　8：709—712，1957．
2．土井彌太郎・山県　恂：同上（第3報）農作物用携帯式超軟X線発生装置，同上，10：1235—1240，1959．
3．土井彌太郎・山県　恂・小原三千男：同上（第2報）麦類の穂の発育と凍害，同上，9：997—1000，1958．
4．柿崎洋一・鈴木真三郎：小麦に於ける出穂の生理に関する研究，農事試験場彙報 3：41—92，1937．
5．柿崎洋一・鈴木真三郎：小麦品種の感温性程度の差異の機構　育種研究　2：35—40，1943．
6．和田栄太郎：小麦に於ける穂の発育経過に関する品種間差異に就て，農業及園芸 11：615—620，1936．
7．和田栄太郎：催芽種子の低温処理が小麦の出穂に及ぼす影響並に其の品種間差異，農業及園芸　11：1087—1094，1936．
8．八柳三郎：小麦の感温感光性，農業及園芸　21：359—363，1946．

Studies on the X-ray Diagnosis of Crop Plants.
4. Response of Wheat and Barley to Vernalization

By

Yataro Doi, Makoto Yamagata and Kazuyuki Kunimasu
(Laboratory of Crop Science, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

Résumé

1. The soft X-ray apparatus "Softex-J" was used to study the response of wheat (3 varieties) and barley (2 varieties) to vernalization.

2. When the young ears died before the heading stage from various meteorological or biological injuries, this apparatus was useful for observing the effect of vernalization.

土井・山県・国増：作物のX線診断に関する研究(4)

土井・山県・国増：作物のX線診断に関する研究(4)

透明合成樹脂ポットによる苗しろ期の水稲根系の観察

山県　　恂*

M. Yamagata: Observations on the Roots of Rice Plants during Nursery Period by Means of Transparent Plastic Pots

I. 緒　　言

水稲の栽培において育苗の大切なことはいうまでもなく，苗しろ期の水稲の生育に関してはすでに数多くの研究成果が発表されているが，苗しろ期の地下部の状態の変化の過程については観察されたものが少ないようである。そこで1958，1959の両年において苗しろの育苗様式を異にした場合および種まき時期を異にした場合の水稲苗しろ期における根系の発達，根の発生消長および土壌の酸化還元状態の変化等について透明合成樹脂ポットを使用して観察したのでその概要を報告する。

本実験の施行にあたり指導を賜わつた土井教授に深甚の謝意を表するとともに，小田俊光、光浦崇両君の協力を得たことを銘記する。

II. 実験の材料および方法

1. 苗しろ様式を異にした場合

苗しろの種類は水苗しろ，陸苗しろ，折衷苗しろの3種とし，水管理のためポットの1側に幅 15cm，深さ 5cmの踏切りみぞを設けた。水苗しろ区はポットの排水孔を閉じ常時床面に水をたたえ（水深 5cm），陸苗しろ区はポットの土がかわかない程度に適宜かん水して畑状態に保った。また折衷苗しろ区は苗しろ初期には床面が冠水しないようにみぞのみに水をたたえ，中期以後は水苗しろ区同様の水管理を行なった。

品種は金南風を供試し，前もってウスプルン消毒をして催芽した種子を5月18日ポット観察面に平行に条まきした。条間は 9cm とし，1条は観察面に接するようにして種子の間隔は1 cmとした（第1図参照）。なお折衷苗しろ区の水苗しろ転換の時期は6月6日とした。

* 山口大学助教授（農学部作物学研究室）

山口大学農学部学術報告，第11号 (Bull. Fac. Agr. Yamaguti Univ., No. 11, 1960)

ポットは幅40cm，奥行10cm，深さ40cmのものを使用し，表土 8.7kg（厚さ20cm），心土4.0kg（厚さ15cm）をつめた（土じょうは附属清末農場のじょう土使用）。肥料として硫安 3.0g，過りん酸石灰 4.0g，塩化加里4.0g を表土全層に施した。

2．種まき時期を異にした場合

種まきの時期は４月５日(早期)，５月14日（普通期）および６月23日（晩期）の３期にわけ，育苗の様式は陸苗しろとし，苗しろ期間中土が適度の湿りけを保つように適宜かん水した。早期苗しろ区のみは保温のため初期床面をビニールでおおい，また慣行に準じて焼きもみがら散布を行なった。

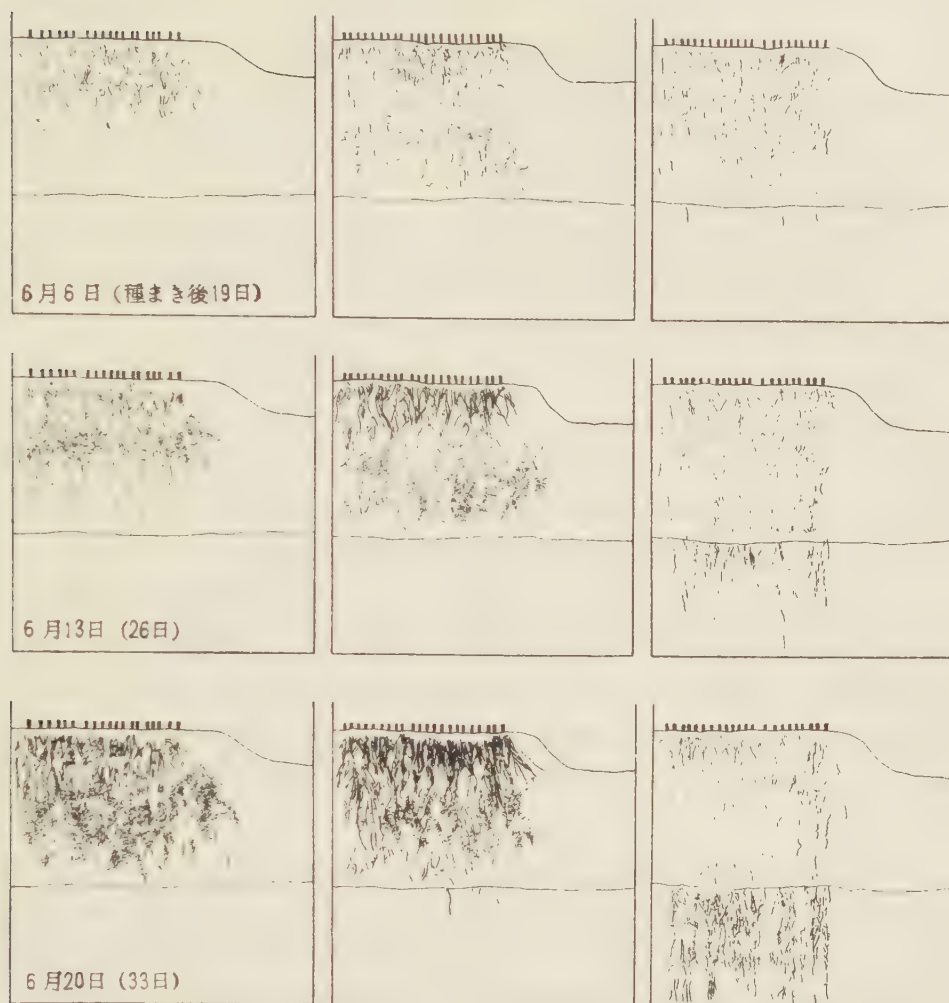
供試品種は水稲農林17号で，前もって消毒，催芽した種子を条の方向がポット観察面と直角になるように条まきした（条間 5cm，種子の間隔 1cm）。

ポットは幅30cm，奥行 10cmで，早期および普通期苗しろには深さ 30cmのものを，晩期苗しろには深さ 40cm のものを使用し，これに砂じょう土（下関市長府町才川の水田土じょう）をそれぞれ25cmおよび35cmの厚さになるようにつめた。各苗しろの表土の厚さは早期10cm，普通期および晩期20cmとした。施肥量は１ポットあたり硫安1.5g，過りん酸石灰2.25g，塩化加里0.75gとし表土全層に施用した。苗しろ期間は早期35日，普通期38日，晩期27日とし，この期間中各ポットの中央に曲管地中温度計をさし込んで地下 10cmの部位の地温を測定したが，午後３時における苗しろ期間中平均地温は早期17.7°C，普通期22.7°C，晩期26.9°Cであった。

Ⅲ．実験結果

1．苗しろ様式を異にした場合

第１図に示すように根の縦伸長は陸苗しろが初期から最もすぐれ種まき後16日にはすでに心土層に達し，26日にはその１部はポット底近くまで伸びた。折衷苗しろがこれに次ぎ，水苗しろが最も劣り，種まき後33日の状態では折衷苗しろは根が心土層に２，３本入ったのみ，水苗しろでは心土層に達しなかった。表土層における陸苗しろの根はよく屈曲を示していたが，心土層に入ったものはそれほど屈曲せず，比較的直根状であった。根数は苗しろ中期以後水苗しろ，折衷苗しろが多く，陸苗しろが全く劣り，また側根の発達は水苗しろがよく，折衷苗しろがこれに次ぎ，陸苗しろは非常に悪かった。さらに水苗しろにおいてはみぞの下方への根の横伸長が盛んで，折衷苗しろもやや劣るがこれに似た根系を示したのに対し，陸苗しろではほとんどみられなかった。根の太さは生育の時期あるいは伸長部位によって異なるが，陸苗しろが苗しろ期間全般を通じて最もまさっているように観察された。

酸化鉄被膜の沈着根は陸苗しろにはなく，水苗しろと折衷苗しろの根系の中層部に初

第1図　苗しろ様式を異にした場合における水稲根系の発達（1959）

めは主根に，次いで側根に多数現われたが，量的にも数的にも水苗しろの方が多かった。水苗しろでは種まき後16日ころより出現し，根の伸長発達に伴なって増加したが，苗しろの末期に入るに従って減少し，みぞに近い所にかたよって存在した。折衷苗しろではその出現が水苗しろより2，3日遅れたが，水苗しろに切り換え後著しく増加し水苗しろ区とほぼ同じ程度になり，その後また減少して水苗しろ区同様端の方にごくわずか認められるに過ぎなかった。

表土の上層部における酸化層の分化は水苗しろと折衷苗しろにみられた。ともに分化は種まき後7日ころから認められたが，水苗しろにおいてはしだいに分化が進展し，表

層における緑色の藻の発生増加に伴なって酸化層の色調が変っていったのに対し，折衷苗しろではみぞのあたりを別として床面における分化の進展が明らかになったのは水苗しろ転換以後であり，酸化層に藻の発生は認められず，種まき後30日経過してみぞの下方にわずかに藻が発生したのみであった。陸苗しろにおいては種まき後16日ころから藻が発生し，表土の表層 5cmの範囲に広がった。

還元層における土じょうの色の変化は水苗しろと折衷苗しろの表土の根圏下層にみられ，みぞの下方ではやや厚く表層近くまで広がった。種まき後16日の観察では折衷苗しろの方がやや還元が進んでいるようにみられた。

水苗しろと折衷苗しろにおいては酸化層の下方に層状に赤茶色の鉄の沈でんがみられた。現われ始めたのは種まき後14日ころからで，水苗しろにおいてはまずみぞの部分に層状にあらわれて広がり，みぞの方に比較的片寄って存在したのに対し，折衷苗しろでは最初はみぞの下方にはん点状に現われ，しだいに床面下にも広がり，水苗しろ転換後は全般に出現して水苗しろ区のように偏在の傾向を認めなかった。

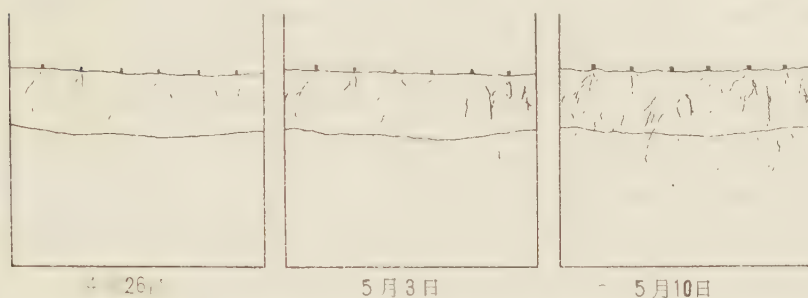
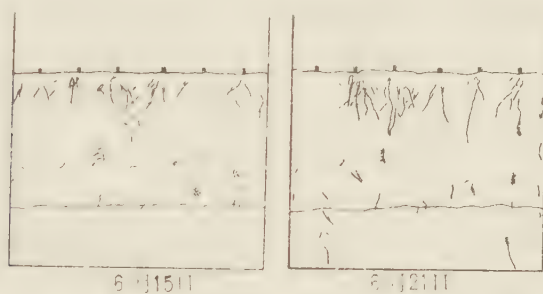
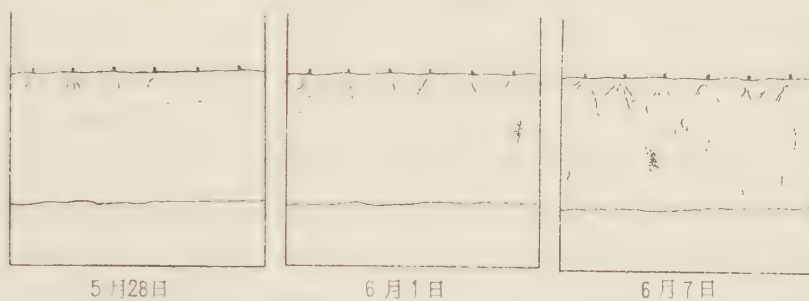
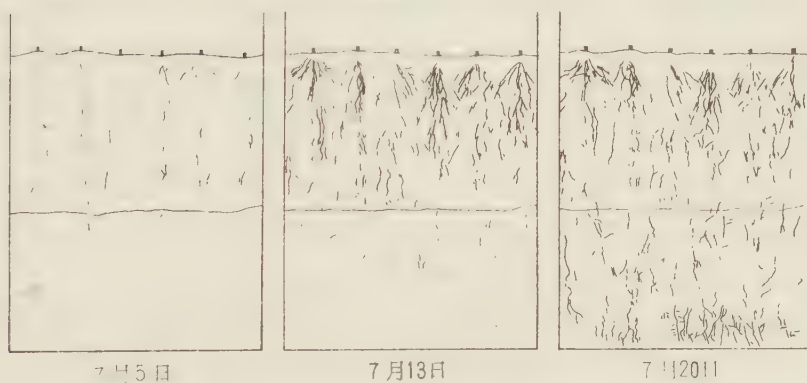
種まき後26日ころの根の状態をみると折衷苗しろ区は水苗しろ切り換え後１週間にあたり，根の伸長発達は著しく酸化鉄も全般によく付着しており，根圏土じょうには鉄が広範囲に沈積し根圏は鮮明に着色されて根の勢いは３区中最もよいようにみうけられ，水苗しろ区がこれに次いでいた。陸苗しろ区の根は鈍い白色を呈し，心土層に存在する根は太くよく発達していたが，表土特にその中下層付近の根はやや繊細に感じられ分布も少なかった。

なお，苗しろの初めに水苗しろ区においては少しころび苗がみられた。苗しろ終期（６月25日，種まき後38日）の苗の地上部の生育状態を示すと，草丈，分けつ数，苗令の順にそれぞれ水苗しろ：35.3cm，2.1，8.2；折衷苗しろ：34.4cm，2.4，8.0；陸苗しろ：27.2cm，2.1，7.6 であった。

なお本実験では根腐れの発生を認めなかったが，後述の実験にあわせて行なった晩期水苗しろ（６月24日種まき）においては種まき後19日に根腐れ発生し，その後心土層に近い根に相当広がり，一方土じょうは表土層の下部から心土層にわたってかなり黒変した。

2．種まき時期を異にした場合

根系の発達伸長状況は第２～４図に示すように，早期苗しろにおいては根の伸長は非常に緩慢で，根数の増加も遅く側根の発達に乏しかったが，根の太さは３区中最大であった。これに対し晩期苗しろでは対照的に根の伸長も根数の増加も著しく早かった。また普通期苗しろは両者の中間の発達を示した。

早期苗しろにおいては種まき後28日ころから，普通期苗しろでは18日ころから表層付

第2図　早期苗しろにおける水稲根系の発達 (1958)

第3図　普通期苗しろにおける水稲根系の発達 (1958)

第4図　晩期苗しろにおける水稲根系の発達 (1958)

近に緑茶色の藻の発生を認め，苗しろ末期には表土層全体に広がったが，晩期苗しろではほとんど藻の発生がなかった。

陸苗しろのため各苗しろを通じて根における酸化鉄被膜の沈着，根腐れ，土じょうの還元黒変等はこれを認めなかった。

苗しろ終了時の苗の地上部の生育状況は草丈，分けつ数，苗令の順にそれぞれ早期苗しろ（35日）：19.9cm，0～1，5.0；普通期苗しろ（39日）：23.5cm，0～2，6.7；晩期苗しろ（28日）：38.3cm，0～2，7.0であった。

IV. 考　　察

水苗しろ，折衷苗しろおよび陸苗しろの様式の異なる3種の苗しろは根の伸長発達に，また土じょうの変化にそれぞれ特徴のある相違をきたした。この相違は主として土じょうに対する水とこれに関連する空気（酸素）の供給の差にもとづくものであることは明らかである。水苗しろと陸苗しろを比較するに，陸苗しろにおいては発芽初期土中に酸素が豊富なため発根早く，また根も太く，水苗しろでは酸素不足のため発根伸長の遅れることは既によく知られているところである。しかもその後においても陸苗しろの根が非常に早い伸びを示すのは土中の酸素の多いことによるばかりでなく，根の屈湿性ということも考えられよう。また陸苗しろの根がよく屈曲を示すのも根の屈湿性に関係があると推察される。苗しろ中期以後において根の伸長状態とは逆に根数や側根の発達が水苗しろに大であつたのは根の縦伸長の抑制と関係があろう。さらに水苗しろで根の酸化鉄被膜および土じょうの鉄沈でん層形成をみたのは土じょう中の鉄の還元による可溶態化とさらに根の酸化力によって生起したものであり，これらの現象は陸苗しろにおいては起らないわけである。

折衷苗しろにおいては土じょう中の水分と酸素の量が水および陸苗しろの中間にあるので，根の伸長や土じょうの変化も両者の中間的な様相を示したが，本実験における折衷苗しろの様式はやや水苗しろに近いやり方をとったので地下部の推移も水苗しろ区に近い形になった。ただ折衷苗しろ区の水苗しろ切り換え後にみられた著しい変化は飽水状態の土じょうと水をたたえた状態の土じょうの環境の相違を明示したものとして注目される。水苗しろおよび折衷苗しろにおいて，ふち苗の根がみぞの下方によく伸長したのは根の屈気性にもよろうが，肥料特にアンモニア態窒素に対する根の屈化性も関与していると考えられる（みぞの部分にも床面と同じく施肥した）。

陸苗しろにおいて苗しろ中期から末期におよび根の伸長もほぼ頂点に達したころ，葉色もさえず発育が停滞気味に認められたが，これは一般に陸苗しろはその後半において水分吸収が不自由であるため地上部の生育が遅れるのに関係があると考えられる。

以上においては水と空気との関係から実験結果を通覧してきたが，その他に水の存在に伴なって各区の地温の高低や昼夜の較差に相違をきたすので，この影響も当然考えられる

次に種まき時期を異にした場合について晩期苗しろにおいて根の伸長発達は最もよく，次いで普通期となり，早期が著しく劣った。この差を生じた主原因は地温の相違にあることは明らかで，早期の苗しろにおいては低い地温が直接間接に影響して根の伸長を抑制し，晩期の苗しろでは逆に高い地温が根の発達を促進したものと思考される。

V. 摘　　　要

1. 透明合成樹脂ポットを用いて苗しろ期の水稲根系の発達，土じょうの酸化還元状態の変化等を観察した。

2. 水苗しろ，折衷苗しろおよび陸苗しろを比較すると，根の伸長は陸苗しろが最もよく，根数や側根の発達は水苗しろがまさり，折衷苗しろは中位にあった。また水苗しろや折衷苗しろにおいては酸化鉄被膜根，土じょうの還元，鉄の沈でん層の形成が認められ，陸苗しろではこれらを認めなかった。

3. 早期，普通期および晩期の苗しろについて根の伸長は晩期が最もよく，次いで普通期，早期の順であった。

文　　　献

1. 土井彌太郎・山県　恂（1954）　試作した透明合成樹脂ポットによる水稲の栽培実験　山口大学農学部学術報告　5：25～30.
2. 平野　勝・飯田　晋（1954）　播種並に移植時期の差異が水稲の生育相に及ぼす影響について（第1報）　九州農業研究　14：154～156.
3. 松田秀雄（1931）　水田状態と畑状態とにおける稲根の発育の相違に就いて　日本作物学会紀事　3(4)：336～341.
4. 植田宰輔（1933）　水田状態並に土壌水分を異にする畑状態における水稲生育の比較観察，第1報　苗代期における観察（予報）　日本作物学会紀事　5(2)：116～141.

Observations on the Roots of Rice Plants during Nursery Period by Means of Transparent Plastic Pots

By

Makoto YAMAGATA

(Laboratory of Crop Science, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

Résumé

1. The root elongation and the root system of rice plants and the oxidizing or reducing condition of soil during nursery period under different conditions of nursery type or sowing season were investigated by using the transparent plastic pots.

2. In the upland nursery, the roots of seedlings elongated most rapidly. In the irrigated nursery, the number of roots was the greatest and the development of branch roots was the best. The growth of roots grown in the semi-irrigated nursery was in the middle between the irrigated nursery and the upland nursery. The reduction of nursery soil, the coating of ferric hydroxide on roots and the iron accumlation layer were observed in the irrigated or the semi-irrigated nursery.

3. The nursery of the late-season culture was the best in the root elongation and development, and next in order were the normal-season nursery, and the early-season nursery.

暖地甜菜の栽培試験

第1報　甜菜の生育経過と根部成分の変化

古賀敬一*・田原望武**
山根秀夫***・山県　恂****

K. KOGA, M. TAHARA, H. YAMANE and M. YAMAGATA: Investigation on the Cultivation of Sugar Beet in the Warm Region of Japan. I. The Growth Behaviour and the Variation of the Chemical Composition of Root

I. 緒　　言

近年水稲早期栽培が盛んになり，その後作に導入する適作物として暖地においては甜菜が注目され，また国策上国内の砂糖の自給度を高めるため甜菜の増産が強力に推進されている。このような状勢のもとにおいて各地でその試作栽培研究が行なわれ，一部ではすでに実際栽培の段階に入っている現状である。しかし暖地の甜菜栽培は栽培技術的にも品種の問題を始めとして栽培管理方法その他に，また生産物の製糖原料としての適否および収穫物の処理方法に，さらに経営上の見地からも多くの問題点が提起されている。山口県はその地域性からみて甜菜導入の可能性が充分に考えられ，その試作試験が行なわれつつあるが，当農場においても1959年度数品種を用いて試作栽培を実施した。その結果甜菜の生育過程と根部成分の変化について若干の傾向を知り得たので，その概要を報告する。

本実験の施行にあたり指導激励を賜わった附属農場長石橋一教授ならびに園芸学研究室弥富忠夫教授に深甚の敬意を表する。また試料の分析については大日本製糖株式会社門司工場分析室の援助を受けたので深く感謝の意を表する。

II. 実験の材料および方法

供試品種は　GW 359, US 401, Cesena poly を主体とし，US 201, Cesena N,

*　山口大学助手（農学部附属農場）
**　山口大学農学部園芸学研究室
***　山口大学農学部附属農場
****　山口大学助教授（農学部附属農場）

Cesena Z も用いた。畑は附属農場（下関市大字宇部乃木浜干拓地）のトマト跡地を使用し，うね幅1mの揚げ床に8月10日2条まきとし，発芽後間引いて10アールあたり植付本数10,000本とした（9月10日第2回目の種まきを行なったが，発芽直後伊勢湾台風のため被害をうけ全滅した）。肥料は元肥として10アールあたり尿素16.875kg，溶性りん肥30kg，塩化加里15kgを施用し，追肥は第1回9月20日（塩安7.5kg，塩化加里3.75kg），第2回10月16日（尿素3.75kg，塩化加里2kg）に行なった。

生育調査は9月20日より1か月ごとに総重量，根重(タッピングしたもの)，茎葉重，T/R，根径，根長およびブリックス(ハンドレフラクトメーターによる）について行ない，根部の化学分析は11月20日より1か月ごとに水分，マルク（繊維分），可溶性固形物，純糖率，還元糖，灰分，搾汁ブリックスおよび全窒素について行なった。分析の方法は次のとおりである。

試料の調製

タッピングした根部を前もってブラシ，布等を使用して表面の土砂，切りくずその他の付着物を除いてから市販の大根卸でできるだけ細かくすりおろし，手早く広口瓶に密せんして冷所にたくわえ試料とした。

分析法

(1)　水分

試料約10grをアルミ製秤量管に採取し110°±5°Cの乾燥器内で2時間乾燥後冷却秤量し，恒量となるまでこの操作を反覆してその減量より水分を求めた。

$$水分\% = \frac{水分減量}{試料重量} \times 100$$

(2)　マルク

濾紙を秤量管に入れ，前もって乾燥器中で100〜105°Cで1時間半乾燥して秤量しておく。次に細かく磨砕した試料5〜10grを採り，これをビーカーに移し，60〜70°Cの温水で5分間撹拌滲出し，滲出液を傾瀉しヌッチェで濾紙上に固形物を全部洗い落した。洗液にα—ナフトール硫酸液を用いて糖の流出が認められなくなるまで洗滌した後，濾紙で固形物を包むようにして秤量管に移し，100〜105°Cで1時間半乾燥して冷却後秤量した。

$$マルク\% = \frac{(乾燥後重量)-(濾紙の重量)}{試料重量} \times 100$$

(3)　搾汁ブリックス

試料を乾布に包み，ジューサーで搾汁してレフラクトメーターで測定した。

(4)　根中糖分

試料200grを上皿天秤で秤取し，水200grを加えミキサーで7分間充分撹拌後，ヌ

ッチュで濾過し，ブリックスを測定して比重を知った。次に濾液100mℓにドライレッド（0.5〜2.0gr）を加え乾燥濾紙を用いて濾過し，最初の濾液25mℓを放棄し，残余の濾液全部を濾過した後，200mm観測管で旋光度を測定し，次式により根中糖分を算出した。

$$\text{根中糖分\%}=\frac{26\times S}{100\times d}\times\frac{200-\text{マルク}}{100-\text{マルク}}\times(100-\text{マルク})\times\frac{1}{100}$$

S： 検糖計の読数

d： 測定ブリックスに対する比重

(5) 可溶性固形分

可溶性固形分％＝100－水分－マルク

(6) 純糖率

$$\text{純糖率\%}=\frac{\text{根中糖分}}{\text{可溶性固形分}}\times 100$$

(7) 還元糖

根中糖分の測定の際旋光度を測定した濾液の残余を被検液として使用し，測定法はレインエイノン法によった。

(8) 灰分

試料 10gr を約 550°C で灰化させて求めた。

(9) 全窒素

試料 5gr についてケルダール法によった。

なお調査の個体数は圃場調査では1回50個体とし，分析にはその中で中等度の生育をしたもの5個体を選んで行った。

Ⅲ. 実 験 結 果

圃場における生育経過はほぼ順調で，かつぱん病その他の病害虫の被害もなく，ネマトーダの発生も認めなかった。

生育調査の結果は第1表に，根部分析の成績は第1図および第2表に示した。US201他2品種については定期的な調査をしなかったので，US401，GW 359 および Cesena poly の3品種について各形質の経時的変化を述べる。

甜菜の発育状況をみると地上部，地下部ともに10月以降より盛んな生育を示し，12月にはほぼその頂点に達した。すなわちこの期間においては各品種とも茎葉重と根重は急激に増して肥大生長期にあたり，GW 359 と Cesena poly の両品種は12月に茎葉重・根重・総重量の最高値を示している。この2品種は以後気温の下降するに伴なって地上部は葉が枯死し始めたために重量を減じ，3月になって気温の上昇とともに再び生育を

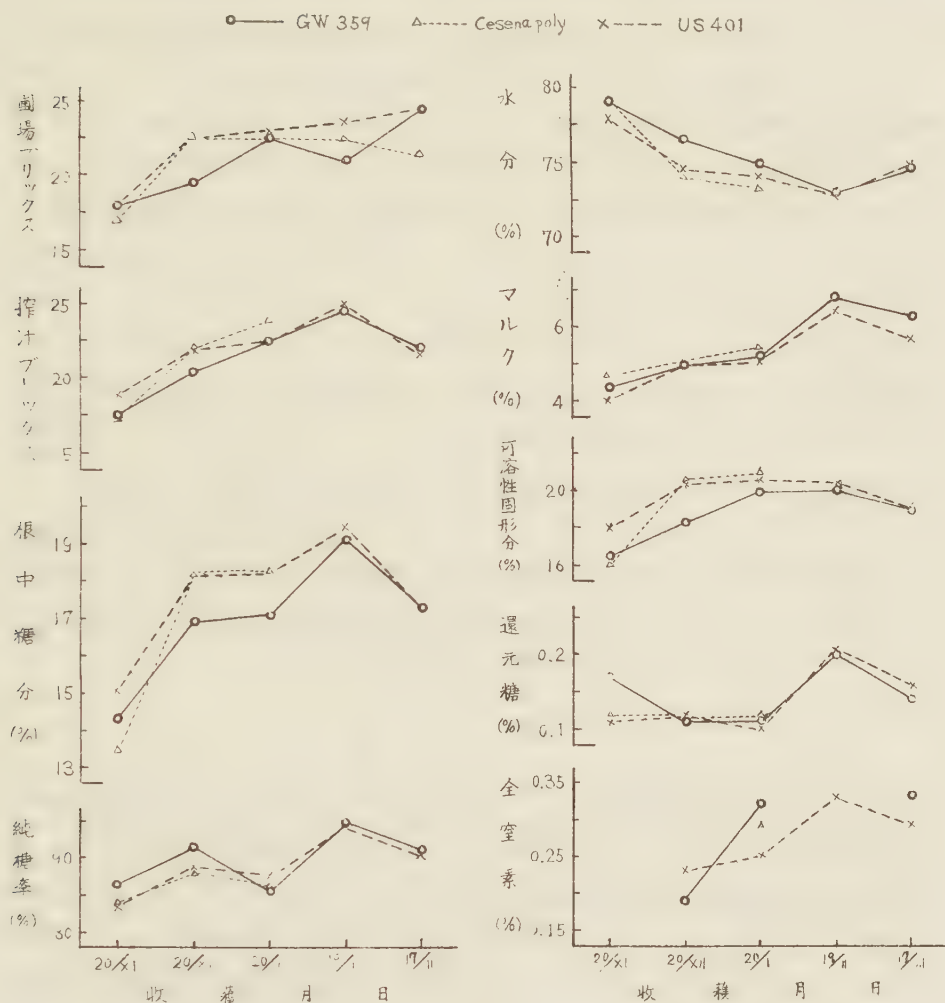
第1表 生育調査の結果

品種名	調査月日	生育*日数	根径	根長	茎葉重	根重	総重量	T/R	圃場ブリックス
	月 日	日	cm	cm	gr	gr	gr		
GW 359	9 20	42	0.8	5.1	26.8	1.5	28.3	17.8	—
	10 20	72	3.0	7.9	167.0	50.4	217.4	7.9	14.0
	11 20	103	4.3	12.6	333.3	175.0	508.3	1.7	18.0
	12 20	133	**6.7**	13.6	**426.6**	**336.0**	**762.6**	1.3	19～20
	1 20	164	6.4	13.2	346.9	320.0	666.9	1.1	22～23
	2 19	194	6.2	13.3	260.9	318.2	579.1	0.8	20～22
	3 17	221	6.3	**14.1**	281.1	320.8	601.9	0.9	**24～25**
Cesena poly	9 20	42	0.8	5.1	17.8	1.2	19.0	14.8	—
	10 20	72	2.1	7.8	145.0	51.8	196.8	2.8	14.0
	11 20	103	4.0	11.8	291.6	185.0	476.6	1.6	17.0
	12 20	133	**6.5**	**16.5**	**343.3**	**363.3**	**706.6**	0.9	**22～23**
	1 20	164	**6.5**	15.9	318.9	342.8	661.7	0.9	**22～23**
	2 19	194	6.4	15.8	261.8	333.2	595.0	0.8	**22～23**
	3 17	221	6.3	15.7	274.0	321.6	595.6	0.9	21～22
US 401	9 20	42	0.8	5.1	36.2	1.6	37.8	22.7	—
	10 20	72	2.8	8.5	106.2	50.6	156.0	2.1	14.5
	11 20	103	4.6	12.0	310.0	220.0	530.0	1.4	18.2
	12 20	133	6.0	14.2	285.0	327.7	612.7	0.9	22～23
	1 20	164	6.1	**14.8**	301.6	358.4	660.0	0.8	22～24
	2 19	194	6.3	14.5	296.6	372.0	668.6	0.8	23～24
	3 17	221	**6.4**	14.6	**322.8**	**380.0**	**702.8**	0.8	**24～25**
US 201	1 20	164	4.5	11.3	357.0	203.0	560.0	1.7	21～22
Cesena N	2 19	194	5.3	12.9	193.4	281.6	475.0	0.7	20～21
Cesena Z	2 19	194	5.6	13.1	251.4	275.7	527.1	0.8	22～23

（備考） * 8月10日播種，太字は最大値。

開始し，わき芽が発生して重量はまた増加をたどるようになった。根部は地上部の活動の鈍る冬期間同じく発育を停止し，重量はやや減少の傾向にあったが，2月に細根の発生を認めた。地上部と地下部のこのような動きに伴なって総重量は12月まで増加し，12月以後は主として茎葉重の減少に影響されて減少した。ただ US 401 のみは冬期の低温期間中も地上部の減量がほとんど見られず，根部はゆるやかに発育を続けて根重を増加し，これに伴なって総重量もわずかながら増大し，他の品種とやや異なった発育傾向を示した。

根重と茎葉重を比較すると，生育初期は地上部がはるかにまさっているが，冬期に入るにしたがって根重の方が大となって，T/R 率は1以下になり，冬期間茎葉重と根重の変化があったにもかかわらず，その値にはあまり変化なく，どの品種もほぼ一定の値を示した。

11月から3月まで1ヵ月おきにしらべた根部の諸形質の変化についてみると，各品種ともほぼ同じような傾向を示し，厳寒期の2月ごろが増減の転換点にあるように察せられた。すなわち水分は11月以後次第に下降して2月に最低となり，その後やや上昇して

第1図　根部諸成分の経時的変化

第2表　根部の分析結果

品種名	水分	マルク	搾汁ブリックス	可溶性固形分	根中糖分	純糖率	還元糖	灰分	全窒素
	%	%		%	%	%	%	%	%
US 201	74.33	7.12	22.8	18.55	17.36	93.58	0.16	0.63	0.27
Cesena N	70.97	5.80	25.6	23.23	20.92	90.06	0.22	0.65	0.28
Cesena Z	71.73	6.42	25.5	21.85	20.26	92.72	0.21	0.62	0.27

（備考） US 201 は1月20日，Cesena N，Cesena Z は2月19日収穫。

おり，逆にマルク量は増加して２月に最高を示してその後また減少した。この両形質の増減に関連して100－水分－マルクで示される可溶性固形分は初め増加して１月に最高となり，以後やや減少したが，12月から２月の間の増減はきわめてわずかであった。可溶性固形分の主体を占める根中糖分は11月は15%以下であったが，増加して２月には最高となって19%を示し，以後減少した。ただし12月～１月の間は増加を一時停止したかのごとくであった。純糖率も11月～12月において増加し，１月はやや低下し，以後再び上昇して２月に最高となり，その後また減少した。純糖率は根中糖分と可溶性固形分の割合で示されるから，この変化も前記２者の動きから了解されるところであり，その間どの時期も80%以上にあった。搾汁ブリックスは根中糖分とほぼ同傾向の変化を示し，２月が最高であった。ハンドレフラクトメーターによる圃場ブリックスは搾汁ブリックスに近い値を示したが，３月の調査結果では圃場ブリックスの方に搾汁ブリックスより高い値が現われる傾向があった。しかしともに12月以後大体20以上を示していた。

還元糖は大体において根中糖分の $^{1}/_{100}$ 程度で，11月～１月の間はあまり変化なく，１～３月の間に増加減少して２月が最高になった。全窒素も２月を頂点として前後に増加と減少の傾向があるように認められた。灰分については図を略したが，11月には１％前後で，次第に減少して３月で0.4%程度に下降した。

Ⅳ．考　　察

供試３品種の根部は12月以降には，いずれも 300g 以上に肥大し，ブリックスは18以上，純糖率80%以上を示し，まず製糖原料としての条件を具備するに至った。

地上部および地下部の発育と根部諸成分の変化の関係をみるに，地上部，地下部の発育は大体12月が頂点となって以後は減退また停滞し（US 401 のみは漸増），この停滞期は２月を最低としてまた上昇していくのに対し，根部の諸形質は12月以降さらに変化を続けて２月がその転換点にあたつている。すなわち冬期間地上部・地下部の発育の停止する時期が根部各成分の変化の転換期と一致するわけである。前述したように12月以降における根重と茎葉重の変化は茎葉重の方が大きい。よって根部の冬期における重量の変化は地上部の活動状態に左右され，さらに根部の諸形質もまた地上部の動きに影響されて時期的な変化を示すものと考えられる。すなわち茎葉重の増大期に根部も盛んに肥大し，根中糖分その他の形質も増減がはげしい。葉が枯れ始めて地上部の重量が減退する時期には根部も発育が衰えて，根中の形質もその量的変化が鈍ってくるが，これは１時的なもので地上部の発育の停止するにおよんで根部諸形質の移動集積が最高潮に達する。しかし春先再び地上部が活動を開始するころになると根部に集積された形質の多くはそのため消耗され始めて減ってくるわけである。茎葉重と根中糖分との関係をみる

と，地上部の発育減退期（12月－1月）には糖の量もあまり変化しないが，地上部の発育休止期（2月）には根中糖分は最高となり，さらに地上部の生育の再開されるにおよんで（3月），根中糖分は減少をみた。

本実験における収量（反当換算），ブリックス，純糖率等を他の暖地甜菜栽培の成績に比べてみると劣るところはなく，特に純糖率において95%を示した品種もみられた。根部重量と糖分の変化から考えて収穫の時期は12月以後2月までの間でよく，適期は一応2月とされよう。

V．摘　　要

1．8月10日にまいた甜菜数品種について，生育経過と根部成分の変化の関係をしらべた。

2．茎葉重，根重は12月まで増加し，それ以後根重はあまり変化せず，茎葉重はやや減少して3月に再び増加した。

3．根中糖分その他の諸形質の変化は大体2月において最高，あるいは最低を示し，その変化は茎葉重の変化に関係があるようにみられた。

文　　献

1．暖地甜菜試作委員会（1958，1959）暖地甜菜試作成績概要：1～32，1～48．
2．林正旦・秋田謙司（1958）暖地における春作甜菜の栽培について．兵庫農科大学研究報告，3(2) 農学編：131～136．
3．河本正彦・前田直彦・浜口栄次郎（1960）暖地甜菜に関する研究，その分析結果について，精糖技術研究会誌　8：92～100．
4．大分県農業試験場（1958）甜菜試験成績：1～28．
5．　〃　（1958）大分県の甜菜栽培：1～32．
6．杉　頴夫（1959）甜菜に関する試験研究の現状　1，2，農業技術　14（7，8）：312～316，360～363．

Investigation on the Cultivation of Sugar Beet in the Warm Region of Japan.

I. The Growth Behaviour and the Variation of the Chemical Composition of Root

Keiichi Koga, Motimu Tahara, Hideo Yamane and Makoto Yamagata

(Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

Résumé

1. The relation of the growth behaviour and the variation of the chemical composition of root was investigated with certain varieties of sugar beet sown on August 10.

2. Top and root increased in weight until December. Since that time root showed almost no change in weight, and top weight gradually decreased and then again increased in March.

3. Pol and the other properties of the root almost reached maximum or minimum in February. These variations of root composition seem to relate to the change of top weight.

干拓堤防に関する農業土木学的研究

第3報　堤防の相似模型浸透実験について

細　山　田　健　三*

K. HOSOYAMADA: Studies on the Reclaimed Land Dike from the Standpoint of Agricultural Engineering.
III. The Percolation Experiment on the Analogue Model Dike

I.　ま　え　が　き

干拓堤防の災害回避，保全の見地から堤防内の水の浸透現象は注目されねばならない問題の一つである。従来多くの人々によって研究され実験されてきた問題であるが，とくに近来干拓方式の大規模化によって堤防は石積・盛土の複合堤防の深海築堤化の傾向にあって，例えば浸透に関して DACHLER，DUPUIT，L. CASAGRANDE，A. CASAGRANDE 等の算定方式を適用するのに困難があるので，模型堤防による浸透実験を行なってみる必要がある。筆者はさきに現在計画中の長崎大干拓計画標準断面について縮尺 $^1/_{[illegible]}$ の模型堤防浸透実験を行ない，定性的結果を得た[1]。今度これらの実験で究明すべき点について基礎的な実験を行ない，多少解明し得るところがあったので，さらに浸透相似法則に適合した築堤材料を選定して，縮尺 $^1/_{25}$ の相似模型浸透実験を行なった[2]。しかるに実験の途中種々の弊害に遭遇し，それらを消去する方法について新らしいヒントをつかみ，好結果を得た。その他実験中に種々の知見を得たので，堤防の相似模型浸透実験の進め方，注意すべき点をこれらの実験をとおして指摘してみたいと思う。

II.　浸 透 相 似 法 則

浸透流の模型実験を行なう場合，実物・模型の両流れが相似でなければならない。相似であるための条件は

(1)　流れのマクロな境界の形は幾何学的に相似であること。

(2)　運動学の立場より，運動方程式，連続方程式が常に成立する条件をみたしていること。

---

* 山口大学助手（農学部農業工学研究室）

重力ポテンシャルの場においては，浸透流の運動方程式，連続方程式は間隙率 λ を一定として，

$$\begin{cases} \dfrac{1}{\lambda}\cdot\dfrac{DU}{Dt}=-\mathrm{grad}\left(gz+\dfrac{p}{\rho}\right)-\dfrac{\mu}{\rho}\cdot\dfrac{U}{k''}+\dfrac{\mu}{\lambda\rho}\nabla^2 U \\ \mathrm{div}\,U=0 \end{cases}$$

ただし　$k''=\dfrac{\mu k}{\rho g}$

上式を無次元化した式において，見かけ Reynolds 数を省略し，右辺第2項の係数 $S_i=\dfrac{gL}{kU}$ なる無次元量を導出できる[1,3]，故に結論として幾何学的に相似な境界条件における浸透流水が力学的にも相似であるためには，S_i が実物と模型において同一の値をとればよいことになる。さて S_i についてであるが，g は共通であるから，$\dfrac{L_r}{k_r U_r}=1$ DARCY 領域内では $U_r=k_r\cdot J_r$ である。

J_r は幾何学的境界条件を相似にすることによって $J_r=1$ となる。　$\therefore\ \dfrac{L_r}{k_r^2}=1$ この関係が模型を作るときの条件である。実際問題として L_r をきめてから k_r をきめて模型材料を選定することは困難であるが，実物堤の大きさが従来のものにくらべ大きく，実験設備の関係上 L_r を自由にきめるわけにはいかず，せいぜい $1/_{25}$ 以上の模型は不可能な状態である(模型は大縮尺のものの方が小縮尺のものより一般に有利である)。よって縮尺 $1/_{25}$ として $k_r=\sqrt{\dfrac{1}{25}}=\dfrac{1}{5}$。実物用土の透水試験により透水係数を求め，それの $1/_5$ に当る透水係数を種々の土またはそれぞれの土の組合せにより探し求め，模型材料を選定して実験を行なった。

Ⅲ.　模型堤防築造において留意すべき点

干拓方式の大規模化によって，堤防は石積・盛土の複合堤となる傾向にあるが，模型堤の盛土の部分は浸透相似法則に適合した材料を選定できるとしても，石積の部分はどんな材料にすべきかという問題がある。一応石積の部分の粒径については長さの次元の縮率できめるとしても実物堤，模型堤の石積中の各点でポテンシャルの差が現われているかどうか，すなわち石積部を流れている水がエネルギーの損失を受けるかどうかを実験して，石積部と盛土部のそれぞれの粒径の大きさの違いによってどんなに変るかを知る必要がある。筆者の実験によると

a.　石積部：5.5〜11㎜　　　盛土部：約0.1〜0.4㎜

b.　石積部：3.2〜5.5㎜　　　盛土部：0.8〜1.3㎜

c.　石積部：2.5〜3.2㎜　　　盛土部：0.8〜1.3㎜

以上のような組合せにおいて，c においてはポテンシャルの差が明瞭に現われ，a においてはほとんど現われない。b においてはわずかに現われている。故に模型実験にお

ける石積の部分はこれらの点を考慮して，実物において浸透流動をしていない境界までは本実験の組合せをめやすにして石積部分の粒径をきめ，できるだけ境界に寒冷紗等の敷物をおかないで，フィルター式に漸次小粒径にすればよい。フィルターのきめ方としてはテルッアギ著「土質力学」により $^1/_4$ ずつ層の粒径を小さくしていった。実験対象の堤防断面はFig. 1に示すとおりである。

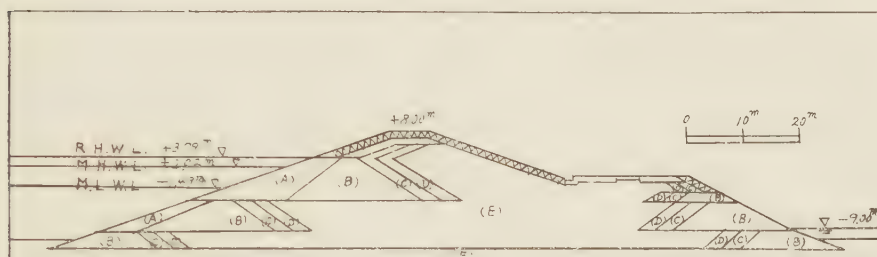



Fig. 1.　Standard Section of Nagasaki Enclosing Dam

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
Proto-type	>φ1m	about φ 40cm	10～0.3cm	1.0～0.3cm	0.3%～0.2%	about k=10⁻⁶ cm/s
Model	18～11%	11～5.5%	5.5～3.2%	1.3～0.85%	10：2 sample *1	Masatuti *2

*1　This percolation coefficient is 6.24×10^{-3} cm/s.

*2　This is a kind of imperfect weathering soil.

次に浸透自由水面を求める一つの手段として真鍮製多孔管を盛土部に立て，それよりひき出したマノメータの読みから求めたが，この場合注意すべきことは堤体盛土部中では等ポテンシャル線が斜めに走っていて，これを横切って多孔管を立てると多孔管からひきだされるマノメータの読みは浸透自由水面のポテンシャルではなく，多孔管を横切る最大ポテンシャルの読みを与えることになる。故に浸透自由水面をこの方法で求めるためには予想される自由水面をあらかじめ仮定して，それ以下の近傍に多孔管の下端がくるように立てなければならない。非定常浸透実験の場合は以上のように多孔管を立てて，自由水面の刻々の値を読みとるなり自記させるなりする方法以外にはないようであるが，定常浸透実験の場合は田町教授[1]考案の位置探知器を使用することによって自由水面追跡に好結果が得られた。

模型堤築造にあたって盛土部分に模型材料をつめる場合，透水試験を行なった場合と同様のつめ方でなければならないわけで，筆者の実験でもほぼ最大つめかための状態において透水試験のつめ方と一致させた。

Ⅳ．　測定時において留意すべき点

模型浸透実験において測定すべき事項は

A．　自由水面の追跡

B．　浸透流線，等ポテンシャル線，浸透流速の測定

C．　浸透流量の実測

などである。自由水面の追跡についてはⅢにおいても述べたが，ここで特に注意しなければならない点がある。それは自由水面近傍特にその上辺において誘導毛管現象が顕著に現われていることである。Ⅱにのべた浸透相似法則の前提条件として

(1)　毛管現象は無視している

(2)　Darcy 領域内である

(3)　間隙率 λ は同一である

があるわけで，過大な誘導毛管現象が存在している実験は実物に拡大するにおいては無意味である（もちろん実物堤防においても誘導毛管帯は存在するから，相似条件に関与しない程度に残すべきであろう。この点今後の研究を要する)。そこで筆者は自由水面上 5cm で cut off し，再び探知器にて自由水面を追跡し，同時に色素を注射器にて注入して流線・流速・流量を実測した。この場合 cut off 後の自由水面は cut off 以前の自由水面よりわずか上昇しているのを見出した。これは今後の注目すべき研究課題であるように思われる。このように誘導毛管帯を cut off した実験は浸透相似模型実験として非常に良好な結果を与えた(図版参照)。

次に筆者の模型実験のように盛土部として細かい粒子よりなる材料の場合には水位の変動後4～5日を経過して後各種の測定を行なうようにしなければ水流が安定しないようである。もちろん水温の変化があるから流速・流量・自由水面は刻々変動し，これらの影響も見逃せず，夜とか曇り日を選んで測定するとよい結果が得られる。実物の換算においては，もちろん一定の標準温度に換算しなければならない。ガラス張水槽中に模型堤防を築造して，ガラス面の色素の流れから流線・流速を追跡する方法はガラス面の影響が現われ，内部の流れと異なるのではないかという議論があるが，これについては現在確定的に答えることはできない。たしかに存在するようでもあるが，筆者はそれほどの違いはないのではなかろうかと思っている。京大の実験では内部中央で色素を流し，内部を切って流跡を求めたと発表されているが，はたして正確に求められるか疑問に思っている。

V. 結　　語

以上において筆者の浸透実験をもとにして，相似模型浸透実験を進めていく上での考慮すべき点を指摘した。もちろん土をもとにした模型実験のほかに電気モデルによるもの，HELE-SHOW 氏の Glass Model による方法等があってすぐれた利点があるがこれらについてはふれなかった。

土をもとにした模型実験で以上のべたほかに考えられる実験条件をのべると，筆者の実験でも省略しているのであるが，

まず第1に相似条件を満足する材料の選定にあたって細かい土を混合して求めるわけであるが(混合しないで選定することは非常に困難である)，その場合とくに細かい部分はとり除いたものを混合して考慮しないと土粒子間隙中をとくに細かい部分が洗い流され，下流側に充填されるようになることが予想される。

第2にⅣにのべたごとく気温・水温・湿度の変化のため，たとえ定常状態でも浸透流が不安定である。これを解決するためには恒温恒湿の実験室を必要とする。あるいは測定に不便であるが恒温水槽中に浸透実験水槽を浸して測定することが考えられる。

第3に模型は小縮尺のものでは模型材料が非常に細かくなって浸透相似条件の前提条件である3種の仮定を満足しなくなる。また誘導毛管現象のほかに付着力とかその他粒子の表面上のコロイド化学的な作用が働く。故に模型はできるだけ大縮尺のものがよく，それでは原型にて実験すればどうかということになるが，原型では費用の点で実現性がなく，また大きすぎてかえって精度が落ちる。敷幅 100m程度の断面ならば $1/5 \sim 1/10$ で実験できれば好都合ではなかろうかと思われる。このほか本論文でのべた相似法則を適用せず，割合大粒径の砂を使用し，浸透する流体を例えば油等の粘性の大きなものにおきかえて実験することも考えられる。この場合の相似法則については今後の研究課題である。

本稿を終るにあたり実験中色々と暗示を与えられた恩師九大高田雄之教授に深謝する。また共同で実験した鹿大河原田礼次郎助教授の御助言に負うところが多かつた。記して感謝の意を表する。

Ⅵ. 摘　　要

筆者の行なった相似模型浸透実験をもとにして，相似法則の成立するための条件をのべ，実際に模型実験を行なうにあたってその条件を成立させるために留意すべき点を指摘した。

その他従来行なわれてきた模型築造方法，測定方法のうちで是正されねばならない点を指摘し，筆者の実験でもとり入れていない改良すべき点を列挙した。

参考文献

1. 高田雄之・細山田健三： 石積・盛土複合堤防内の浸透について （Ⅰ）模型実験，（Ⅱ） レキ層内の透水 農業土木研究，25(7)，(1958).
2. 河原田礼次郎・細山田健三： 石積・盛土複合堤防内の浸透について （Ⅲ） 定常流，非定常流の模型実験 干拓研究，51 (1960).
3. 中村 充： 浸透水運動の基礎理論(Ⅳ) 農業土木研究，25(6)，(1958).
4. 田町正誉： 土壌および堤体内における浸透に関する理論的考察 九大農業工学研究資料，51 (1957).

Studies on the Reclaimed Land Dike from the Standpoint of Agricultural Engineering.

III. The Percolation Experiment on the Analogue Model Dike

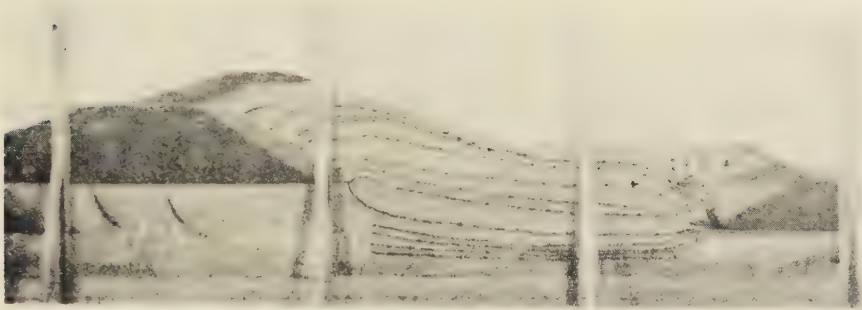
By

Kenzo Hosoyamada

(Laboratory of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

Résumé

This article deals with the conditions which the analogue law in the model percolation test is settled and the matters to which one should pay attention when one make a percolation experiment on the analogue model dike.

Besides, the author pointed out the particulars which one should improve among the method of making a model dike and its measuring.

Free surface, stream lines and velocity
(not cut off the inductive capillary zone).
Proto-type { sea water level : +3.79m (R.H.W.L.)
water level in retarding basin : −9.00m

Free surface (cut off the inductive capillary zone).
Proto type { sea water level : +3.79m (R.H.W.L.)
water level in retarding basin : −9.00m

Free surface, stream lines and velocity
(cut off the inductive capillary zone).
Proto-type { sea water level . +2.02m (M.H.W.L.)
water level in retarding basin : −9.00m

重合燐酸塩の肉類におよぼす効果

第3報　各種食肉内部への燐および食塩の滲透に関する研究

木塚静雄*・加藤　昭**・打荻昭次***

S. KIZUKA, A. KATO and S. UTUOGI:

Effect of Polymeric Phosphates on Many Kinds of Meat.

III. The Penetration of Phosphate and Sodium Chloride into Various Kinds of Meat

I. 緒　言

肉類に対する重合燐酸塩の効果に関する研究は最近各方面で実施せられ，その報告も多くみられるに至った。著者等はさきに重合燐酸塩の解説を行ない，次いで肉類に対する結着力の増強効果[1]ならびに各種肉製品におよぼす効果[2]について報告した。

一般に重合燐酸塩製剤のうち，肉類に使用されているのは主として重合燐酸のアルカリ塩であり，アルカリ土類塩は特殊の場合を除いては用いられていない。アルカリ塩は主としてそのナトリウム塩，カリウム塩およびその混合剤であるが，著者等は実験を重ねるうちに重合燐酸のナトリウム塩，およびカリウム塩の間には重大な相違性があることを知った。すなわち重合燐酸のカリウム塩は単に水をもって溶解すれば，その溶液の粘度が高まるにもかかわらず，これに食塩を添加して振盪すれば直ちに不溶性の沈澱を生じ，その濾液の粘度は低下する。この事実は肉製品例えばソーセージを製造する場合には重大な意義を有することになるので，これら重合燐酸塩製剤の肉中への滲透状況を観察するため本研究を行なったのである。

本研究を実施するにあたり，資材その他の提供等に多大なる援助を賜わった林兼産業株式会社に感謝の意を表するものである。

*　山口大学教授（農学部獣医衛生学研究室）
**　山口大学農学部獣医衛生学研究室
***　山口大学農学部獣医衛生学研究室

Ⅱ．実験材料および実験方法

1．実験材料と定量法について

本研究に使用した市販品（重合燐酸塩製剤MおよびPとする）は次の内容である。

重合燐酸塩製剤 M

成分	含量	
ポリ燐酸のソーダ塩	30%	すなわち重合燐酸のナトリウム塩の混合剤である。
ピロ燐酸ソーダ	40%	
メタ燐酸ソーダ	29%	
炭酸ソーダ	1%	

重合燐酸塩製剤 P

成分	含量	
ポリ燐酸のカリ塩	30%	すなわち重合燐酸のナトリウム塩とカリウム塩の混合剤である。
ポリ燐酸のソーダ塩	30%	
メタ燐酸ソーダ	20%	
ピロ燐酸カリ	10%	
ピロ燐酸ソーダ	10%	

各種肉ブロック（6～7cm^3および1cm^3）をとり，液漬法および乾塩法によって重合燐酸塩製剤MおよびPを肉中に滲透せしめ，所定温度にて一定時間後，肉内部に滲透した燐を測定し，また食塩水に各種肉ブロックを漬け込み同様にして食塩の滲透度を測定した。

A．燐の定量について

切り取った 1cm^3 の肉片を硝酸・過塩素酸による湿式分解，すなわち試料1～2gをケールダールフラスコに秤取し，濃硝酸 10mℓを加えゆるく加熱し，最初の激しい反応が静まるのを待ち，温度を上げて沸騰させる。硝酸が揮発して内容物がほとんど乾固するまでにする。次に1：1の硝酸 10mℓと70%過塩素酸 10mℓを加え，穏かに沸騰させる。固型物が完全に溶解し，ついには液がほとんど無色に近い淡黄色になるまで加熱を続けて試料を完全に分解させる。分解後放冷した後少量の蒸溜水で稀釈し，磁製蒸発皿に洗い移して加熱濃縮し，さらに強熱して過剰の過塩素酸を蒸発させて乾固するまでに至らせる。残渣に1：3の塩酸 10mℓを加え，次いで等量の水を加えて稀釈し，湯浴上で加温し，可溶物を完全に溶かし，100mℓのメスフラスコに移し，蒸溜水を加えて定容とする。

上記の試料分解液を 1mℓ とり，25mℓのメスフラスコに正確に分取する。同時に標準燐溶液 2mℓ を別の 25mℓ メスフラスコに取る。両方のフラスコにモリブデン酸アンモン溶液を 2mℓ加えて混和した後，数分間放置する。次に両方にハイドロキノン液 2mℓ

および亜硫酸ソーダ 2mℓ を加え，その時間を記録する。両者とも標線まで蒸溜水で稀釈し，振盪して良く混和する。正確に30分間放置後モリブデン青比色法により光電比色計で定量する。

a．試薬の調製

(1)　モリブデン酸アンモン溶液

モリブデン酸アンモンの結晶 25g を 300mℓ の蒸溜水に溶かす。別に濃硫酸 75mℓ を蒸溜水で 200mℓ に稀釈し，これを上の溶液に加える。

(2)　ハイドロキノン液

ハイドロキノン 0.5g を蒸溜水 100mℓ に溶かし，分解を防ぐため濃硫酸を 1 滴加えておく。

(3)　亜硫酸ソーダ溶液

約 1 %溶液，無水亜硫酸ソーダ 5g を 45mℓ の蒸溜水に溶かし濾過する。

(4)　標準燐溶液

予めデシケーター中で乾燥しておいた酸性燐酸カリ 0.4394g を蒸溜水に溶解して総量を 1ℓ とし，この液 50mℓ を取り，さらに蒸溜水で 200mℓ に稀釈する（この液 1mℓ は 0.025mg の燐を含有する)。

b．計算

$$\frac{\text{試料}}{\text{標準燐溶液}} \times 0.05 \times 100 \div W \times 100 = P(\%)$$

W：試料の重量(mg)

B．食塩の定量について

供試肉より採取した約 1cm³ の肉片に水を加えホモゲナイザーにかけて組織粥を作り，これを 250mℓ に稀釈した後 Mohr 法により定量した。

a．試薬の調製

(1)　0.1 規定硝酸銀溶液

硝酸銀を乾燥器中で 105～110°C にて 2 時間位熱して乾燥し，デシケーター中で放冷後 16.989g を取り正確に 1ℓ とする。

(2)　クロム酸カリ指示薬

5 %クロム酸カリ溶液を用いる。

b．計算

$$\frac{A \times N \times 10 \times 0.003546 \times B \times 58.44}{35.46} \div W \times 100 = \text{NaCl}(\%)$$

A：試料滴定に要した硝酸銀の mℓ 数。

B：硝酸銀の濃度。　W：試料の重量。

0.003546：0.1規定硝酸銀に含有される Cl 量。

58.44：食塩の分子量。

35.46：塩素の分子量。

2. 実験方法

A. 燐の滲透試験

実験 1

鯨肉を重合燐酸塩製剤MおよびPの 0.5%溶液 1ℓ に 1°C にて，10，20，30時間浸漬後肉塊の表面より内部へ 1cm の間，1～2cmの間，2～3cmの間の肉を約 1cm^3 採取して，その中に滲透した燐を定量した。

実験 2

鮪肉の一定量をとり食塩5%，重合燐酸塩製剤MおよびPの 0.5% を添加，丘漬け(乾塩法）にして 1°C にて 10，20時間後定量した。試量の採り方は実験1と同様。

実験 3

鮪肉を一定量とり重合燐酸塩製剤MおよびP 0.5%，食塩20%溶液 1ℓ 中に 1°C にて5，10，15，20時間浸漬後，以下実験1に同じ。

実験 4

(1) 牛肉を重合燐酸塩製剤MおよびP 0.5%，食塩20%溶液 1ℓ 中に 20°C にて5，10，15，20時間浸漬後，各経過時間ごとに肉塊の表面より 5mm 程切り除いて，残余を 1cm^3 に切りその中に含まれている燐を定量した。

(2) 牛肉を丘漬けにし実験1と同様な操作により定量した。

(3) 鮪肉を使用して実験2と同様に丘漬けした後定量した。

実験 5

牛肉を約 1cm^3 のブロックに切り重合燐酸塩製剤MおよびP 0.5%，食塩 20%溶液 500mℓ 中に 1°C にて6，12，18，24，48時間浸漬後，各経過時間ごとに採り出して燐を定量した。

B. 食塩の滲透について

実験 1

鯨肉を30%食塩溶液 1ℓ 中に 1°C にて，5，10，15，20時間浸漬後肉塊の表面より内部へ 0.5cm の間，0.5～1.0cmの間，1.0～1.5cmの間，1.5～2.0cmの間に滲透した食塩を定量した。

実験 2

燐の定量実験2と同様鯨肉に対し，食塩5%を添加し(乾塩法)，1°C にて10，20時間

目に定量した。

実験　3

燐の定量実験3と全く同様に操作したのち食塩の定量をした。

実験　4

(1)　燐の定量実験4の1と同じ操作にて定量した。

(2)　燐の定量実験4の2と同じ操作にて定量した。

(3)　燐の定量実験4の3と同じ操作にて定量した。

実験　5

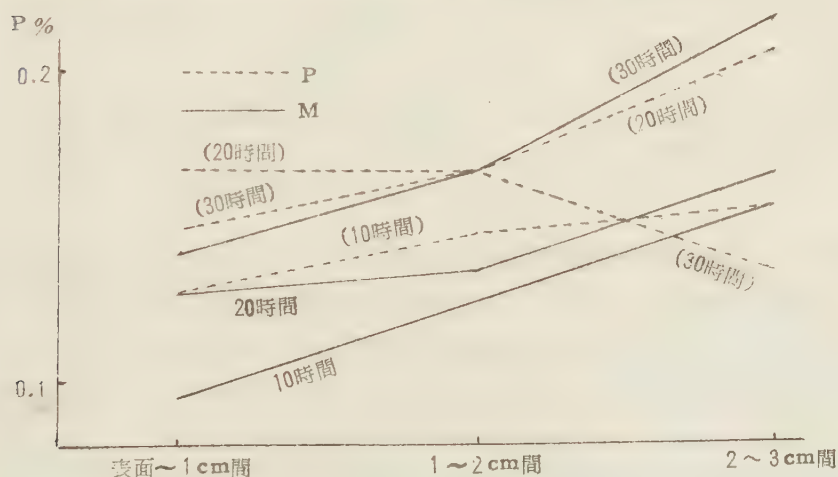
牛肉を約 1cm³ のブロックに切り，20% 食塩水溶液，20% NaCl+0.5%M 溶液，20% NaCl + 0.5% P溶液の各 500mℓ 中に 1°C にて浸漬，以下燐の定量実験5と同じ操作を用い，のち食塩の定量を行なった。

Ⅲ．実　験　結　果

1．燐の滲透について

A．実験 1 について

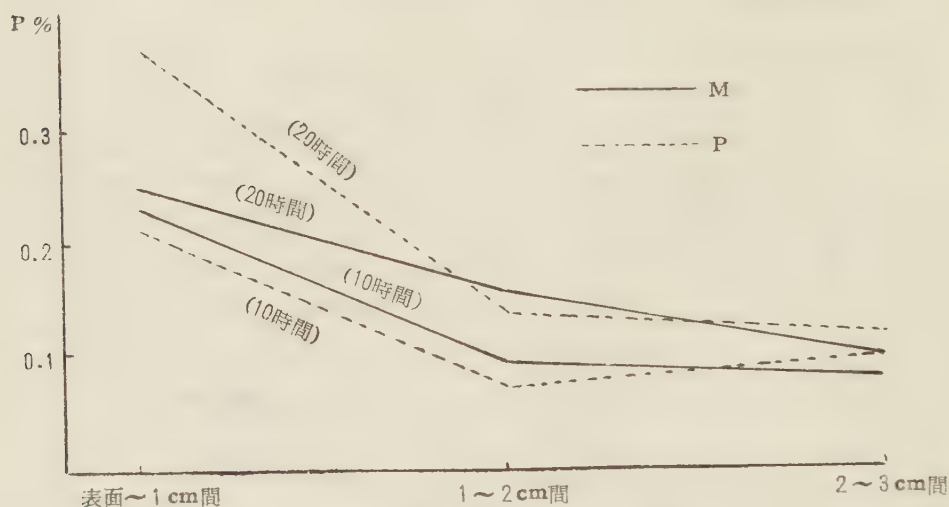
第1表　鯨　　肉（試薬0.5%，液漬，1°C）

	M 添加			P 添加		
	表面～1cmの間 (%)	1～2cmの間	2～3cmの間	表面～1cmの間	1～2cmの間	2～3cmの間
10 時 間	0.09	0.13	0.16	0.13	0.15	0.16
20 時 間	0.13	0.14	0.17	0.17	0.17	0.21
30 時 間	0.14	0.17	0.22	0.14	0.17	0.14

第1図　鯨　肉　液　漬　（試薬0.5%）

第1表および第1図に示すとおり，重合燐酸塩製剤Mは時間の経過とともに順調に滲透している。重合燐酸塩製剤Pは時間の経過とともに滲透量は多くなっているが，滲透がやや不規則である。10，20時間目頃までは重合燐酸塩製剤P添加の場合の方が良く滲透しているが，30時間目頃になると，重合燐酸塩製剤M添加の場合が深部まで良く滲透している。重合燐酸塩製剤MおよびP添加いずれの区においても深部は表層部に比し多く滲透している傾向がみられる。

B．実験2について

第2表　鮪　肉（試薬0.5%，NaCl 5%，丘漬，1°C）

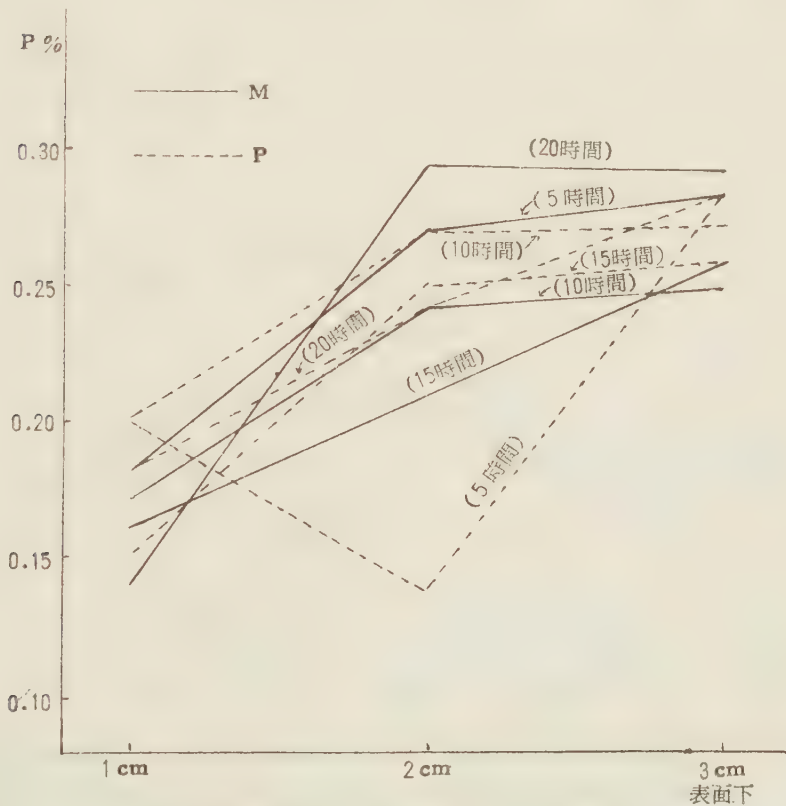
	M 添加			P 添加		
	表面～1cmの間 (%)	1～2cmの間	2～3cmの間	表面～1cmの間	1～2cmの間	2～3cmの間
10 時 間	0.23	0.09	0.07	0.21	0.07	0.09
20 時 間	0.24	0.15	0.09	0.37	0.13	0.10

第2図　鮪肉丘漬（試薬0.5%，NaCl 5%）

実験1と同様に重合燐酸塩製剤Mは順調に滲透しているのに対し，重合燐酸塩製剤Pはやや不規則な滲透をしている，実験1の場合とは逆に 2cm 位の部分までは重合燐酸塩製剤Mが多く滲透し，深部には重合燐酸塩製剤Pの方が多く滲透していた。すなわち重合燐酸塩製剤Mは深部まで滲透するに20時間を要しているのに対し，重合燐酸塩製剤Pは約10時間で滲透している。表層部は深部に比較して多く滲透しており，重合燐酸塩製剤Pでは20時間目頃に表層部約 1cm³ 中に 0.37% と著しく滲透しているのが認められた。

C．実験3について

重合燐酸塩製剤Mは表層より約2cm位の部分までは急速に滲透し，以後は徐々に順調に滲透しているが，重合燐酸塩製剤Pは不規則な滲透をしている。また重合燐酸塩製剤Mは非常に良く滲透し，5時間目にはすでに約2cmの部分まで0.27%と最高の滲透量を示している。また表層部1cm³中には時間の経過につれて滲透量は少なくなっているが，深部においては逆の傾向が認められる。両者とも深部の滲透量は0.25〜0.29%であって大差なく良く滲透している。

第3表　鮪　肉　(試薬0.5%，NaCl 20%，液漬，1°C)

	M添加			P添加		
	表面〜1cmの間 (%)	1〜2cmの間	2〜3cmの間	表面〜1cmの間	1〜2cmの間	2〜3cmの間
5 時間	0.18	0.27	0.28	0.20	0.14	0.28
10 時間	0.17	0.24	0.25	0.20	0.27	0.27
15 時間	0.16	0.21	0.26	0.15	0.25	0.26
20 時間	0.13	0.29	0.29	0.18	0.24	0.28

第3図　鮪肉液漬　(試薬0.5%，NaCl 20%)

4．実験4について

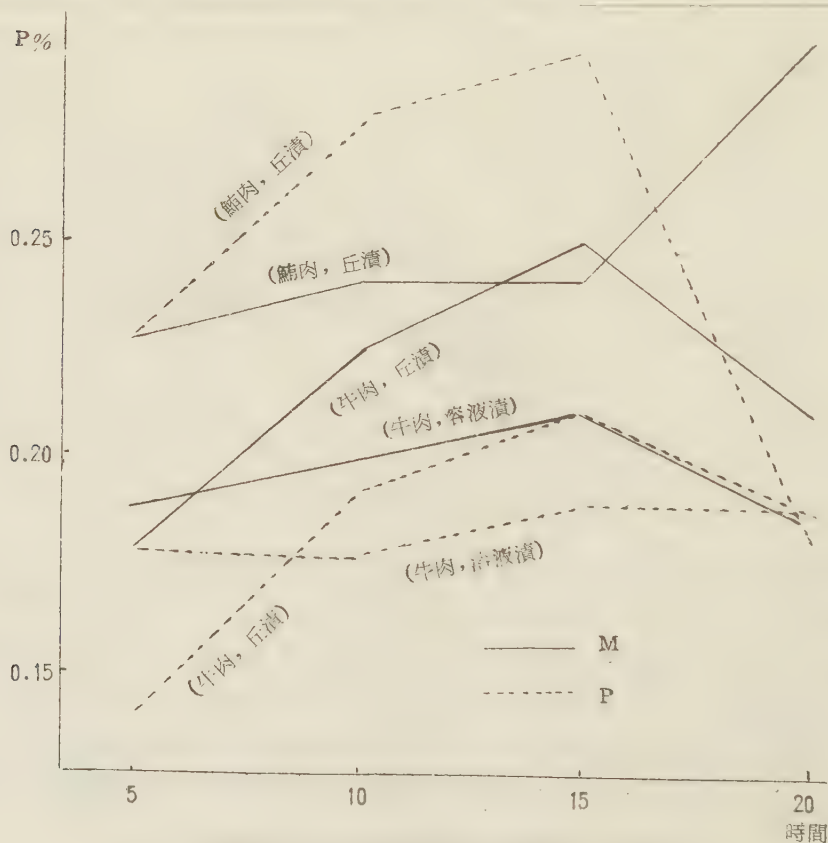
第4表　牛　　肉（試薬0.5%，NaCl 20%，液漬，20°C）

	5 時 間	10 時 間	15 時 間	20 時 間
M 添 加	(%) 0.19	0.20	0.21	0.18
P 添 加	0.18	0.18	0.19	0.12

第5表　牛　　肉（試薬0.5%，NaCl 20%，丘漬，20°C）

	5 時 間	10 時 間	15 時 間	20 時 間
M 添 加	(%) 0.18	0.22	0.25	0.21
P 添 加	0.14	0.19	0.21	0.19

第6表　鮪　　肉（試薬0.5%，NaCl 20%，丘漬，20°C）

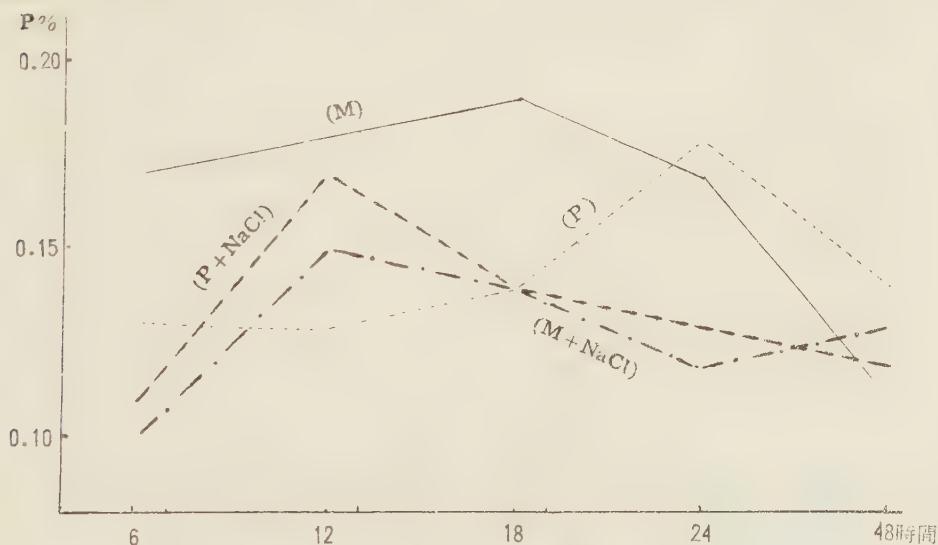
	5 時 間	10 時 間	15 時 間	20 時 間
M 添 加	(%) 0.23	0.24	0.24	0.29
P 添 加	0.23	0.27	0.28	0.18

第4図　牛肉液漬，丘漬および鮪肉丘漬（試薬0.5%，NaCl 20%）

牛肉についてみると丘漬けの方が液漬けより良く滲透しているが，最初は重合燐酸塩製剤MおよびPのいずれも液漬けの方が良く滲透しているのが認められた。この両製剤のうち全体的には重合燐酸塩製剤Mの方がはるかに早く滲透している。重合燐酸塩製剤Pの丘漬けは，10時間目頃すでに重合燐酸塩製剤Pの液漬けより多量に入っているが，15時間目頃で重合燐酸塩製剤Mの液漬けと同値になっている。さらに重合燐酸塩製剤Mの丘漬けは，はるかに多く滲透している。またいずれも15時間位までは良く滲透しているが，それ以後は降下減少する傾向がみられる。鮪肉についてみると牛肉の場合と反対に最初は重合燐酸塩製剤Pの方が良く滲透している，しかし15時間目頃より重合燐酸塩製剤Pは減少し，重合燐酸塩製剤Mは著しく増量し最高の0.29%を示した。

牛肉より鮪肉の場合の方がはるかに多量に滲透している。

E．実験5について

第7表　牛　肉（試楽0.5%，NaCl 20%溶液に1cm³ブロック漬込，1°C）

	6 時 間	12 時 間	18 時 間	24 時 間	48 時 間
	(%)				
M 添 加	0.17	0.18	0.19	0.17	0.11
P 添 加	0.13	0.13	0.14	0.18	0.14
M+NaCl 添加	0.10	0.15	0.14	0.12	0.13
P+NaCl 添加	0.11	0.17	0.14	0.13	0.12

第5図　牛　肉　液　漬（試楽0.5%，NaCl 20%，1°C）

重合燐酸塩製剤Mは非常に短時間で0.17%と多く滲入し，18時間目に0.19%と最高を示し，以下順次減少している。これに対して重合燐酸塩製剤Pの場合は徐々に滲透しやや遅れて24時間目頃に0.18%とピークを示し以後減少している。M+NaClとP+NaCl

は12時間目頃まで同じ傾向で増量し，以下順次減少している。重合燐酸塩製剤MおよびPのみを添加した場合よりも，食塩を添加して漬け込みを行なった場合が滲透量は少なく，短時間に最高の滲透量を示した。面白いことに18時間目に0.14%と皆同値であった。また約1cm³の小ブロックに切って漬け込んだためそれぞれ大差はみられなかった。

2. 食塩の定量

A．実験1について

第8表　鯨　肉（NaCl 30%，液漬，1°C）

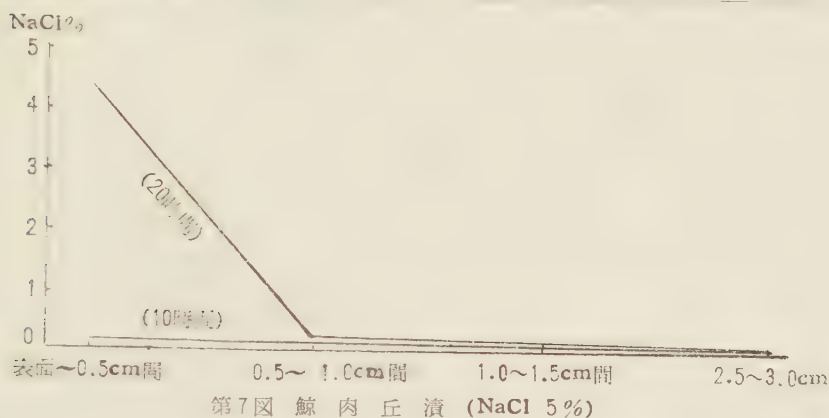
	5 時 間	10 時 間	15 時 間	20 時 間
	(%)			
表面〜0.5cmの間	6.10	14.00	14.30	20.50
0.5〜1.0cmの間	1.17	3.00	3.47	11.80
1.0〜1.5cmの間	0.18	0.61	1.82	7.81
1.5〜2.0cmの間	0.18	0.56	1.71	2.91

第6図　鯨　肉　液　漬　(NaCl 30%)

時間の経過とともに良く滲透している。15時間目頃までは表面より内部の1.5cm位の部分へやや早く滲透しているが，1.5cm以上の部分への滲透は緩慢である。20時間目の滲透状況は順調である。

B．実験 2 について

第9表　鯨　　肉　(NaCl 5 %，丘漬，1°C)

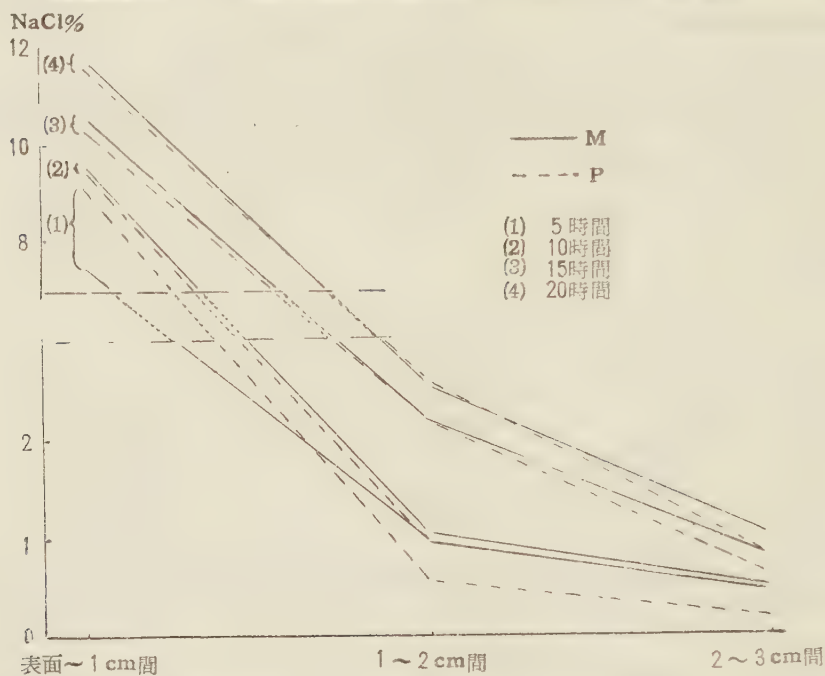
	表面～0.5cmの間	0.5～1.0cm の間	1.0～1.5cm の間	2.5～3.0cm の間
	(%)			
10　時　間	1.17	0.58	0.35	0.12
20　時　間	4.30	1.93	0.58	0.20

第7図　鯨　肉　丘　漬　(NaCl 5 %)

10，20時間ともに表面より内部へ食塩は順調に滲透し，20時間の部では表面より内部へ 0.5cm 位までの部分に4.3% と良く滲透している。また中心部は20時間経過しても0.2%しか滲入せず滲透は不良であった。中心部（2.5～3.0cmの間）への滲透量は，10・20時間の間にはあまり差は認められなかった。

C．実験 3 について

次の第10表および第 8 図に示すように M＋NaCl 溶液に浸漬したものと，P＋NaCl 溶液に浸漬したものでは，両者とも時間の経過とともに順調に滲透し，約 1cm 位までは早く，2～3cm位までは徐々に滲透している。両者とも同じような滲透状態で全く同傾向であるが，M＋NaCl 溶液に浸漬した方が，やや多量に滲透しているようである。表層部約 1cm³ 中に含有された食塩量は，1～2cmの間の部分に滲透した食塩量よりはるかに多く，20時間目頃までだいたい同じ位の差であり，1～2cmの間に滲透した量が少なかった。

第10表　鮪　　肉　(試薬0.5%，NaCl 20%，液漬，1°C)

	M NaCl 溶液			P＋NaCl 溶液		
	表面～1cmの間	1～2cmの間	2～3cmの間	表面～1cmの間	1～2cmの間	2～3cmの間
	(%)					
5　時　間	7.64	0.92	0.47	9.19	0.56	0.32
10　時　間	9.62	1.09	0.51	9.40	0.90	0.49
15　時　間	10.61	2.28	0.75	10.31	2.20	0.62
20　時　間	11.82	2.95	0.99	11.60	2.97	0.78

第8図　鮪 肉 液 漬 (試薬0.5%, NaCl 20%)

D. 実験4について

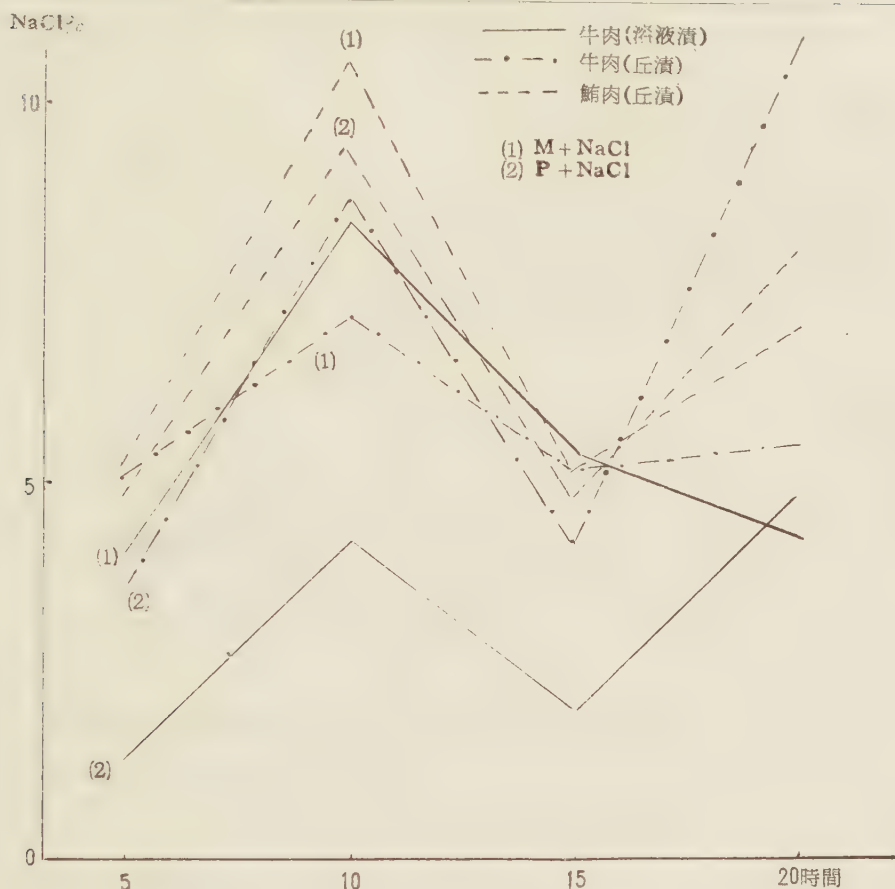
第11表　牛　肉 (試薬0.5%, NaCl 20%, 液漬, 20°C)

	5 時 間	10 時 間	15 時 間	20 時 間
	(%)			
M+NaCl 添 加	3.85	8.49	5.36	4.34
P+NaCl 添 加	1.12	4.19	1.91	4.74

第12表　牛　肉 (試薬0.5%, NaCl 20%, 丘漬, 20°C)

	5 時 間	10 時 間	15 時 間	20 時 間
	(%)			
M+NaCl 添 加	4.92	7.14	5.16	5.41
P+NaCl 添 加	3.43	8.63	4.10	10.97

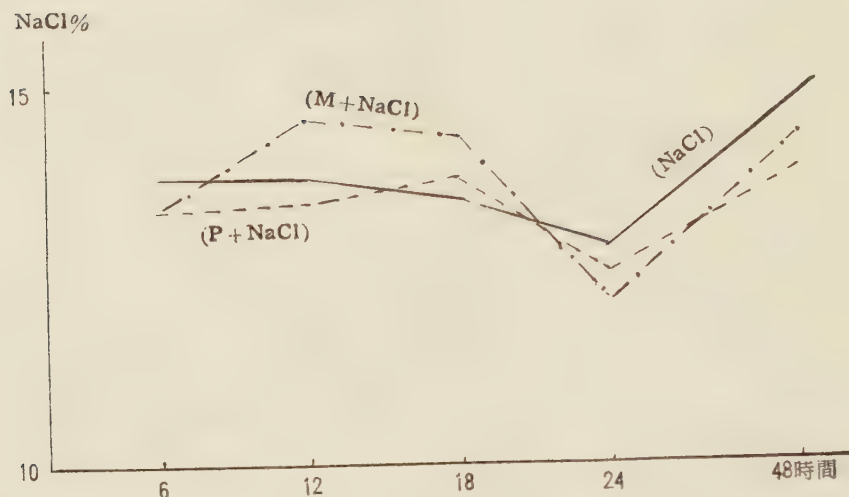
第13表　鮪　肉 (試薬0.5%, NaCl 20%, 丘漬, 20°C)

	5 時 間	10 時 間	15 時 間	20 時 間
	(%)			
M+NaCl 添 加	5.07	10.46	5.16	7.06
P+NaCl 添 加	4.64	9.30	4.82	8.02

第9図　牛肉および鮪肉丘漬（試薬 0.5%，NaCl 20%）

本実験においてはいずれの場合も M＋NaCl 添加 の方が多量に滲透し，とくに牛肉においては，著しい差異がみられる。また鮪肉の場合が一番良く滲透している。いずれも10時間目頃まで滲透が急激であり，15時間目頃に減少し，また増量するといつた増減の傾向が見られる。

E．実験5について

第14表　牛　　肉　（試薬0.5%，NaCl 20%溶液に 1cm³ ブロック漬け込み，1°C）

	6 時 間	12 時 間	18 時 間	24 時 間	48 時 間
	(%)				
20% NaCl	13.68	13.74	13.50	12.76	14.69
M＋NaCl 添加	13.38	14.45	14.22	12.24	14.19
P＋NaCl 添加	13.38	13.31	12.42	12.42	13.89

第10図 牛 肉 液 漬 (試薬 0.5%, NaCl 20%)

いずれもだいたい14～15時間頃までは徐々に滲透するが，以後24時間頃まで減少し，以後また増量するといった同じ傾向がみられる。食塩のみを添加した場合はほぼ平均した滲透量を示しているのに対しM+NaCl 添加，P+NaCl 添加の場合は，やや増減が激しいようである。

総体的に滲透の程度をみると，食塩のみの場合が良く滲透し，次にM+NaClを添加した場合が良く滲透している。しかし試料が小ブロックであるために滲透が早く，最高14.45%，最低12.24%とあまり浸漬時間による滲透量の差異は認められず平均して滲透している。

次に各種重合燐酸塩およびメタ燐酸カリ溶液ならびにこれらの組合せ溶液の比粘度について実験した結果をみると第15表に示すとおりである。

メタ燐酸カリ単一の溶液には僅かに粘稠性が認められたが，それ以外の重合燐酸塩単一溶液には粘稠性は認められなかった。メタ燐酸カリ以外の他の重合燐酸塩同志の組合せ溶液も単一の溶液の場合と同様，全く粘稠性を示さないが，メタ燐酸カリ＋ピロ燐酸ソーダ，メタ燐酸カリ＋トリポリ燐酸ソーダ，メタ燐酸カリ＋ヘキサメタ燐酸ソーダ等のようにメタ燐酸カリと組合せた場合はいずれれも強度の粘稠をきたし，他の場合の4～5倍もの粘稠を示している。とくにメタ燐酸カリ＋ピロ燐酸ソーダは強粘稠性であった。しかしこれに食塩を添加すると，他と同様全く粘稠性を消失すると同時に白いゴム状の不溶解性物質を生じ沈澱する。

第15表　重合燐酸塩溶液およびこれらの組合せ溶液の比粘度

(6°C)

	溶液比粘度	
	1 % 溶液	1 %溶液＋5 % NaCl
水	1.0 透明	1.0 透明
メタ燐酸カリ	1.7 白濁　沈澱	1.0 透明，白色ゴム状沈澱物
ピロ燐酸ソーダ	1.0 透明，最初吸収と同時に固化	1.0 透明
トリポリ燐酸ソーダ	1.0 透明　易溶	1.0 透明
ヘキサメタ燐酸ソーダ	1.0 透明　易溶	1.0 透明
メタ燐酸カリ＋ピロ燐酸ソーダ	4.93 粘稠，白色不溶解物沈澱	1.0 透明，白色ゴム状物沈澱
メタ燐酸カリ＋トリポリ燐酸ソーダ	4.40 粘稠，白色不溶解物沈澱	1.0 透明，白色ゴム状物沈澱
メタ燐酸カリ＋ヘキサメタ燐酸カリ	4.33 粘稠，白色不溶解物沈澱	1.0 透明，白色ゴム状物沈澱
ピロ燐酸ソーダ＋トリポリ燐酸ソーダ	1.0 透明　易溶	1.0 透明
ピロ燐酸ソーダ＋ヘキサメタ燐酸ソーダ	1.0 透明　易溶	1.0 透明
トリポリ燐酸ソーダ＋ヘキサメタ燐酸ソーダ	1.0 透明　易溶	1.0 透明

また重合燐酸塩製剤Mおよび重合燐酸塩製剤Pの水溶液比粘度について試験した結果を示すと第16表のとおりである。

第16表　MおよびPの水溶液比粘度

(27°C)

	pH	0.5% 水溶液	3 % NaCl 添加	加熱(70°C 30分)
水	5.6	1.0 透明	1.0 透明	1.0 透明
M	7.6	1.0 易溶　透明	1.0 透明	1.0 透明
P	7.8	3.3 難溶　透明	1.0 白濁、微粒子浮游	1.0 加熱直後　透明 冷却後　白濁

重合燐酸塩製剤Mおよび重合燐酸塩製剤Pを水溶液にした場合，重合燐酸塩製剤Mは易溶性で粘稠度はないが，重合燐酸塩製剤Pは極めて難溶性で，粘稠度も強度である。これに食塩を加えると，重合燐酸塩製剤Pでは不溶解部分が半透明ゴム状の沈澱となった，これは恐らく重合燐酸塩の特異性により，水溶液中では食塩添加によって，錯化封鎖されたものではないかと思われる。また食塩添加により沈澱を生ずると同時に強度の粘稠性を有していた重合燐酸塩製剤Pの水溶液はその粘稠性を消失している。これは第17表に示すように肉組織粥に重合燐酸塩製剤を添加した場合も同様に粘稠性を消失している。しかし組織粥においては完全に消失するまでには至らないようである。

第17表　組織粥にM，Pを添加した場合の粘稠度

(7°C)

	カジキ鮪肉		牛肉	
	10倍組織粥	3％NaCl添加	10倍組織粥	3％NaCl添加
対照区	9.0(1.0)	9.0(1.0)	11.5(1.0)	9.6(0.83)
M　(0.5%)	9.0(1.0)	9.8(1.09)	12.5(1.08)	11.8(1.02)
P　(0.5%)	10.2(1.13)	8.0(1.0)	13.6(1.18)	12.6(1.09)

Ⅳ．考　察

1．燐について

実験1においては重合燐酸塩製剤Pの滲透が重合燐酸塩製剤Mに較べ余り順調に行なわれていない。これは前述のように重合燐酸塩の特異性の影響を受けたものと思われる。

実験2においてみられるように重合燐酸塩製剤Pの滲透が20時間目頃に表層部1cm³中に非常に多く定量されたことは，重合燐酸塩製剤Pの性状として，溶解すると非常に粘稠性が増加するために肉表面の水分に作用して粘度が増加し，内部への滲透が遅く，表面部にに重合燐酸塩製剤Pが濃厚な状態で付着しているものと思われるのであって，実験の際，表面を清拭したのであるが，それでもなお表面は粘稠であった。このことは表面より内部へ1～2cmの間に滲透している量からも推測される。

実験3では重合燐酸塩製剤Mが急速に滲透しているがこれは，重合燐酸塩製剤Mは易溶性であり粘稠性がないために滲透が極めて容易であったものと思われる。重合燐酸塩製剤M添加の場合に比較して重合燐酸塩製剤Pを添加した場合は，粘稠性が高いため滲透が遅いが時間の経過とともに両者の滲透度にはたいして差はみられなかった。これは両製剤中に含有される燐の量に支配されることも考えられる。

実験4においては液漬けより丘漬けの方が良く滲透しているが，これは表層部に接する製剤の濃度が丘漬けの方が高く，また粘稠性を示すため最初は液漬けの方が早く滲透し，後には接触面の濃度の高い丘漬けの方が深部まで深く滲透したものと推定される。牛肉の丘漬けで重合燐酸塩製剤P添加の場合，重合燐酸塩製剤M添加の場合に比較して非常に滲透量が少ないのも前述のように肉表面で粘稠性を示すためと推察される。また獣肉，魚肉では，やや多量に滲透しているのは，浸漬温度が20°Cと1°Cで漬け込みを行なった場合よりも高温のために滲透量が多くなったものと思われる。このことは実験5においてもだいたい同様に推察される。

以上の結果から，液漬けの方が良く滲透しており，とくに獣肉より魚肉の方が良く滲透している。これは獣肉に比し魚肉の方が組織が柔軟で，細包膜，筋膜ともに構造が粗造であるため滲透が容易であったものと思われる。

丘漬けの場合は肉表面に接している燐が徐々に滲透しているが，濃度が高いため滲透量が増加したものと思われる。重合燐酸塩製剤M添加の場合に対し重合燐酸塩製剤P添加の時の方は滲透状況が順調でないと言える。すなわち重合燐酸塩製剤P添加の場合その製剤中のカリウム塩は食塩と合して水と溶解すると同時に，前述のように重合燐酸塩の特異性によって，肉中への滲透に異常をきたすものと推定される。また肉塊の表層部より深部の方が一般に燐は多くなっているが，これはいかなる理由によるものか，この実験のみでは推定できないので，さらに追加検討する必要がある。

2.　食塩について

各実験共に順調に滲透している。燐の場合と同様獣肉より魚肉の場合の方が良く滲透している。このことは前述のように組織構造の相違に基づくものと思われる。また液漬けより丘漬けの方が多量に滲透しているが，これは燐の場合と同様に考えられるのであって，丘漬けの場合は肉塊の表面の水に溶解して，食塩の一部は直ちに濃厚な食塩水となり，それが未溶解の食塩に接触して溶解するため食塩の水溶液を稀釈することなく常に飽和の状態であって，液漬けの場合は，肉塊の周囲が食塩溶液であるため肉塊の周囲に稀薄な食塩水の層ができ滲透を妨げるものと推定される。

以上のようなことから丘漬けの場合は食塩の濃度が常に大なるため食塩の滲透は速いものと推定される

それぞれ M+NaCl 添加の方が P＋NaCl 添加の場合に比較して一様に多く滲透している。

実験４の場合のように温度が高い場合とか，食塩のみ添加した場合は10時間目頃まで急速に滲透し，以後徐々に滲透するか，あるいは停止し，減少の傾向にあり，他は時間とともに徐々に増減しながら滲透している。

以上の事実から重合燐酸塩製剤を肉加工に使用する場合には，重合燐酸塩製剤Pの場合のように，その水溶液の粘稠性にのみとらわれることは注意しなければならないものと思われる。現在ソーセージ類の結着を増すために種々の結着剤が市販されているが，使用に当っては重合燐酸塩の肉類に対する結着性増強に関する理論を充分に理解すれば表面上の粘性についての意味はあまり重大なことではないと言える。

実験室において，実際にソーセージ類に添加し種々製造した結果からみても重合燐酸塩製剤Pもその使用法に注意すれば実際上の結着力増強効果は認められる。しかし加塩により不溶解性の沈澱を生ずることは，食品加工上好ましくないことであり，この沈澱物が不消化物であるとすれば衛生上において注意しなければならない。この点はさらに食品衛生学的実験によって検討する必要がある。従って重合燐酸塩製剤Mの方が使用上安全性があるのではないかと思われる。

V. 総　　括

重合燐酸のカルシウム塩またはそのソーダ塩混合物の水溶液は粘稠であるが，これに食塩を加えると不溶性ゴム状の沈澱を生じて，濾液は粘稠性を失する。よってこれらの重合燐酸のソーダ塩のみの混合剤(M)とカリウム塩を加えた混合剤(P)とを，各種肉類に添加した場合の燐の滲透量を調査した。また同時に食塩を添加した場合の状況について検討した。その結果は次のとおりである。

1. Mの肉中への滲透状況は順調であるが，Pの滲透状況は順調でない。
2. 重合燐酸塩製剤は獣肉より魚肉の方によく滲透する。
3. dry curing の方が pickling に比しよく滲透する。
4. 肉温 1°Cの場合よりも 20°Cの方がよく滲透する。
5. 食塩を加えた場合はPの肉中への滲透状態は，しからざる場合に比し順調でなくなる。
6. Pの食塩と結合して生じた不溶解性沈澱物は時に肉組織中に小 spot を生ぜしめることがある。

文　　献

1. 木塚静雄：　重合燐酸塩の肉類におよぼす効果(第1報) 山口大学農学部学術報告，10，1289，1959.
2. 木塚静雄・加藤昭・中野嵩二：　同　上 (第2報) 同　上，10，1311，1959.

Effect of Polymeric Phosphates on Many Kinds of Meat.

III. The Penetration of Phosphate and Sodium Chloride into Various Kinds of Meat

By

Shizuo KIZUKA, Akira KATO and Syozi UTUOGI

Résumé

By the previous reports, it was practically proved that the alkali salts of polymeric phosphate increased the cohesive ability and its stickiness, improved the colour tone and made tough meat tender. But as it was noticed in the first report, though an aqueous solution of polymeric phosphate potassium salt or its compound with sodium salt was sticky, when sodium chloride was added in this solution, the undissolved rubber-like deposits were produced in it and the filtrate of these solution lost stickiness.

Therefore, the authors have studied the compound of polymeric phosphate sodium salts (M) and the compound made by adding polymeric phosphate potassium salts (P) in the case of penetrating into various kinds of meat. The results obtained were as follows:

1. The penetration of M into various meat was smooth, but that of P was not smooth.
2. The undissolved rubber-like doposits which were made from P and the sodium chloride, sometimes made little spots in meat.
3. Polymeric phosphates penetrated better into fish flesh than mammalian flesh.
4. Polymeric phosphates penetrated better in dry curing than picklecuring.
5. When the meat temperature was 20°C., the polymeric phosphates penetrated more easily than at the temperature of 1°C.

Note : Composition of M and P

	M	P
Sodium Polyphosphate	30%	30%
Sodium Pyrophosphate	40%	10%
Sodium Hexametaphosphate	29%	20%
Potassium Pyrophosphate	—	10%
Potassium Polyphosphate	—	30%
Sodium Carbonate	1%	—

福岡県若松市

畑地土壌綜合調査報告

山口大学農学部

1960

若松市土地利用図
凡例
水田
普通畑
森林
響灘
洞海湾
若松駅
八幡市
芦屋町

福岡県若松市の農業概況（I）

彌富忠夫[*]・古賀敬一[**]

T. YATOMI and K. KOGA :

Report on the Survey of Field Crops in Wakamatu City, Hukuoka Prefecture

I. 緒　言

若松市は福岡県の北端に位し東経130°49，北緯33°55にあって，福岡市より東58.7km，門司市より西18.0kmに位置している。東南は洞海湾に面し，湾をへだてて戸畑市，八幡市と相対し，いわゆる北九州五市の一環の西北部を占めている。本市の南は八幡市，西は遠賀郡芦屋町に接し，北は膨洋たる響灘に面している。また筑豊炭田の直方市には筑豊線で約1時間で達する。

地勢は東南北は海に面し，市街地は主として平坦であるが，市の東半には高塔山，金比羅山，石峰山がそびえ，西は丘陵地帯である，市は市街地と農村に分かれ，市街地は商工業都市であり，筑豊炭田の石炭の積出港として有名である。

農業はいわゆる都市近郊農業としての特色を示し，蔬菜栽培が盛んであり，生産物の大部分は北九州五市に出荷されている。若松市が石炭積出港として発展し，また北九州工業の発達と共に人口増加を見た明治時代から，蔬菜園芸は次第に発達して現在に至って，その歴史は古い。それ故に農地，特に畑地は毎年の連作によって，次第に荒廃して，次第に作物の生育が阻害されて，生産も伸びなやみの状態となっている。この対策として，若松市当局は1959年度に畑地土壌総合調査を山口大学農学部に委嘱された。本調査は時期的な関係もあって，未だ検討を要する点も少なくはないが，一応取纏めて，ここに報告する次第である。本調査にあたり，若松市農林課の諸氏ならびに本学部の田原望武の尽力に対し感謝の意を表する。

第1表　若松市の区分および面積

総面積	区分		距離	
	若松	島郷	東西	南北
57.31 平方粁	16.59 平方粁	40.72 平方粁	17.56粁	5.89粁

* 山口大学教授（農学部園芸学研究室）
** 山口大学助手（農学部園芸学研究室）

Ⅱ. 気　　候

本市は温帯の中緯度に位置し，北海岸の近くを暖流の対島海流が北上しているので，気候は全般的に温暖である。また半島を形成している関係上特に北および西風が強く，年間平均70日前後 10m/s 以上の風が吹く。中央にある石峰山系はこの強い風を遮って南側は波静かな若松港を形成している。風向は季節によって異なるが，夏期は主として東風，冬期は西風が多い。雨量は年間 2,000mm 前後であり，この大部分が夏期 6～9 月までの 4 カ月間に降っている。年間を通じて快晴の日数が少なく，平均雨天252日(0.1mm以上)，雪16日，霜 8 日であり，雪霜は少ない。海岸地帯であるため福岡県の他地方に比較して温暖である。雪の少ないことを除けば裏日本型の気候に属していると言える。

3 方が海に囲まれた半島の関係で年平均気温 15.5～16.0°C，平均温度較差 (7.0～7.5°C) も少なく，また長い海岸線には地域的に無霜地帯も見られる。年雨量 2,000mm 前後，無霜期間220～240日の長期にわたり北九州における最暖地となっている。

第2表　気　象　概　況　(1949～1958年10カ年間平均)

区分 ＼ 月別		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計又は平均
雨	降雨日数	8.9	10.1	9.5	9.6	8.6	9.9	9.8	8.4	10.4	7.0	9.0	10.6	112.3
	降雨量	55.8	153.5	89.5	174.2	128.8	146.2	597.4	39.3	148.5	220.4	123.1	104.4	1,981.1
気温	最高	12.1	18.6	18.9	18.7	26.5	29.1	32.2	33.9	29.2	28.8	21.4	16.6	
	最低	-4.3	0.4	--1.4	5.8	10.5	13.8	17.9	21.7	14.4	10.7	3.7	1.9	
	平均	5.2	6.9	7.8	12.5	17.4	20.4	23.4	27.0	21.4	18.4	12.8	9.6	15.5
降霜日数		8	3	1									2	14
霜		初霜 11月27日				終霜 4月5日				無霜 約8カ月				
最多風向		1月 WNW				4月 ENE				8月 E				

第3表　気　象　概　況　(1959年)

区分 ＼ 月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
快晴	1	1	5	3	5	0	0	0	4	5	9	1	34
晴	12	5	4	7	6	3	2	8	4	11	11	6	79
曇天	18	22	22	20	20	27	29	23	22	15	10	24	252
降水量 0.1mm以上	17	11	16	16	15	12	16	13	16	8	7	16	166
霰	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
雪	4	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16
雹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
雷鳴	0	0	2	1	0	1	5	2	0	0	0	2	14
霧	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5	3	4	14
最高風速 10m/s以上	11	5	11	6	7	5	7	5	3	4	1	7	72
霜	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
結氷	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
地震	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

特に冬期は割合気温の高いこと，夏期降雨の多いこととと相まって白菜，大根，甘藍，ホウレン草，葱などの各種秋播疏菜の栽培に好適な条件を具備している。しかし前述の如く，冬期春期は裏日本型の気候であるため，曇天日数が多く，季節風が強いので春作果菜の育苗およびトンネル，ハウス，温室栽培が困難であることや，海岸地帯であるため8～9月の台風期に必ず1～2回の被害を受けることは秋播疏菜の生育にも相当に影響している。また夏期には台地なるため，かつまた大河川がなく水源が少ないため，干害発生が多いことは農業経営上最も悩みとなっている。したがって灌漑および防風林の対策を講ずることが緊急の課題である。

Ⅲ．農業の現況

本市は北九州工業都市の一環であり，農業経営は近郊農業の型に属し，集約的である。しかし本市の産業としては製造業および商業が主体であるので農業は産業としては著しいものではない。

第4表　産業別人口　(1957)

	農林業	水産業	鉱業	建設業	製造業	電気ガス水道業	卸売及小売業	金融保険不動産	運輸通信業	サービス業	計
人口	3,430	516	704	1,795	8,369	308	9,296	704	5,608	4,130	34,380
比率	9.98	1.50	2.05	5.22	24.34	0.89	27.04	2.05	14.74	12.19	100

第5表　農家戸数

区分	総数	専業	兼業		
			農業を主とするもの	兼業を主とするもの	計
昭和30年	1,219	666	256	297	553
32	1,202	656	245	301	546
34	1,229	691	136	402	538

第4，5表の如く農家の人口は年々減少しつつある。これは農地が工場および住宅として転換使用され年々減少しつつあることと，農家が現金収入の目的により工場その他の労務員となることによる。また専業農家も減少しつつあり兼業(農業を主とするもの)の増加が認められる。これが防止対策としては農業経営の合理化近代化すなわち機械および畜産を導入し近郊園芸地帯としての特色を発揮して所得，特に現金収入の増大を図らねばならぬ。

総産業別人口34,380名中，製造業者8,369名(24.34％)，運輸通信の5,608名(14.74％)，卸業，小売業 9,296名（27.04％）が主なものであって，農業人口は 3,430名（9.98％）に過ぎない。したがって商工業中心の多数の消費人口（近隣都市を含めて）を対象とす

る農業の立地的優位性がうかがわれる。

第6表　農家利用種類別土地面積

区分	山林	農用地総面積	その他の土地総面積	種別 田	畑	樹園地
	ヘクタール	ヘクタール	ヘクタール	ヘクタール	ヘクタール	ヘクタール
昭和 30 年		1,025	75	594	384	46
32	1,234	952	75	525	373	53
34	1,234	922	75	486	359	77

第7表　経営規模別農家数(1959)

	30アール未満	30～50アール	50～100アール	100～150アール	150～200アール	200～300アール	300アール以上	計
戸数	290	259	328	223	96	32	—	1,229
比率	23.7	21.0	26.7	18.3	7.7	2.6	—	100.00

経営規模別農家戸数は第7表の如くで50～100アールの農家が最も多く，次は30アール未満，30～50アール，100～150アール，200～300アールの順となっている。一般に旧市内に零細農が多いが，島郷地区は100アール以上の専業農家が多い。農家平均耕作面積は水田42アール，畑31アール，計73アールとなっている。これはあくまで市内の総平均であって，島郷地区の専業農家では畑地が多いために労力不足の状態にあって，今後土地条件の整備，労力手段の改善が必要である。

第8表　家畜頭数

区分	役肉牛	乳牛	馬	豚	めん羊	山羊	鶏
昭和 32 年	717	158	32	264	30	178	13,310
34	703	143	15	256	18	155	25,200

役畜はほとんど50アール以上の専業農家が所有している。100アール当りの家畜単位数は役畜0.9頭，用畜0.1頭となっている。家畜頭数は農家の減少率ほど減少の傾向は少ない。すなわち大家畜はほとんど減少していない。この事は専業農家は耕地面積が広いために役用と堆肥増産のために大家畜を必要とするためであろう。乳牛については現在特定の農家のみが飼育している現状であるが，搾乳量が一般に低い(平均1日約16立)ので，飼養技術の向上と高度登録牛の導入が必要となっている。養鶏は都市近郊なるがため毎年羽数の増加が見られる。そして農家の副業としてではなく専業養鶏の方向にある。

第9表　農機具台数

区分	脱穀機	電動機	石油発動機	製縄機	製莚機	自動耕耘機	動力噴霧機	カルチベータ	水揚機	ミスト動力撒粉機
昭和30年	544	437	57	44	3	8	6	20		
32	523	511	54	62	4	8	9	27	33	
34	484	464	112	40	1	33	29	51	83	22

農機具は近年相当に機械化されつつあって，自動耕耘機，ミスト，動力噴霧機等の購入が増加している。また当市は地形上台地に耕地が多く，このため水利の便が悪く毎年夏季乾燥期には干害を受けるため，これに備えて相当数の水揚機が購入されつつある。

米麦の収量は一般に低い。これは大部分の水田が秋落田によるためである。しかし蔬菜栽培は都市近郊のため盛んでその栽培の種類も多い。夏作は主として果菜類のトマト，胡瓜，菜豆，西瓜，甜瓜などが多く，秋作は葉菜類を主として，白菜，甘藍，ホウレン草，大根などで，特に白菜は特産であり明治時代から盛んに栽培が行なわれた。しかし特産品種の島郷白菜は年々減少してわずか一部に採種栽培のみが行なわれ，近年は長岡系の白菜が多く栽培されつつある。西洋蔬菜は花椰菜が若干栽培されているのみで，今後都市近郊の有利の点を利用して多くの西洋蔬菜の導入，清浄栽培の検討などの必要があろう。トンネル，ハウス，温室などによる栽培は少ない（昭和34年度，温室380m²，トンネル5,346m²，ハウス1,980m²）。これは前述のとおり気候的に季節風の強いこと，冬春に曇天が多く生育不良で育苗が困難のためである。また耕地が台地にあるため夏期乾燥期に水利も便が悪く，干害を受けやすい。これがため収量が激減することがはなはだしい。一般には秋蔬菜は大体安定した収量が見られるが，夏蔬菜については技術水準が低く，今後大いに努力すべき点がある。

次に輪作状況を見ると次のような体型が見られる。

水田の輪作

(1)　水稲―麦―水稲―麦（または水稲―菜種―水稲―菜種）

(1)　水稲―麦―水稲―菜種―水稲―紫雲英―水稲

(3)　水稲―漬菜―馬鈴薯―水稲―麦―水稲―菜種―水稲

(4)　水稲―甘藍―水稲―玉葱―水稲―漬菜―馬鈴薯―水稲

畑の輪作

(1)　夏蔬菜―秋蔬菜―麦―夏蔬菜―秋蔬菜

(2)　甘藷―麦―菜豆―麦―甘藷

(3)　トマト―白菜―（麦，西瓜）―大根―（麦，胡瓜）―白菜―豌豆―ホウレン草―白菜

(4)　トマト―白菜―胡瓜―ホウレン草―玉葱―菜豆―ホウレン草―漬菜―胡瓜

早期水田の輪作

(1)　早期水稲―甘藍または白菜―早期水稲―甘藍または白菜

(2)　早期水稲―秋植馬鈴薯―早期水稲―秋蔬菜（白菜または甘藍）

一般に田，畑，早期水田ともに(1)の輪作の場合が多く(2)以下の例は比較的少ない。今後は地力維持および家畜導入などを考慮した合理的の輪作の実施を図らねばならない。

第10表　主要農作物生産高（1959）

種類別	作付面積	収穫高	供出及販売量	供出及販売金額
	アール	kg	kg	円
米	48,610	1,409,344	352,686	23,045,680
麦	7,542	150,840	51,840	1,847,842
甘藷	5,734	573,400	344,040	2,752,320
馬鈴薯	2,502	300,240	210,168	3,152,520
大根	5,460	2,730,000	2,457,000	24,570,000
人参	734	146,800	132,120	3,963,600
白菜	,250	3,300,000	2,970,000	29,700,000
甘藍	2,680	643,200	578,880	8,683,200
ホウレン草	1,468	292,000	262,800	5,256,000
葱	451	90,200	80,180	3,207,200
玉葱	564	112,800	90,240	631,680
茄	991	297,300	267,570	5,351,400
トマト	2,030	812,000	730,800	10,962,000
胡瓜	1,599	479,700	431,730	8,634,600
南瓜	937	281,100	224,880	2,248,800
西瓜	1,160	348,000	243,600	3,654,000
菜豆	616	73,920	66,528	1,330,560
牛蒡	218	54,500	49,050	1,226,250
里芋	484	96,800	77,440	1,548,800
蕪	545	163,500	147,150	2,207,250
菜類	776	186,240	167,616	1,676,160
豌豆	772	61,760	55,584	2,223,360

第11表　蔬菜の出荷別販売状況（1959）

市場名 / 種類	販売量	北九州青果戸畑支店	〃若松支店	〃八幡支店	〃黒崎営業所	その他
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
甘藷	344,040	96,331	86,010	110,093	34,404	17,202
馬鈴薯	210,168	58,847	52,542	67,254	21,017	10,508
大根	2,457,000	687,960	614,250	786,240	245,700	122,850
人参	132,120	36,994	33,030	42,278	13,210	6,605
白菜	2,970,000	831,600	742,500	950,400	297,000	148,500
甘藍	578,880	162,086	144,720	185,242	57,888	28,944
ホウレン草	262,800	73,584	65,700	84,096	26,280	13,140
葱	80,180	22,450	20,045	25,658	8,018	4,009
玉葱	90,240	25,267	22,560	28,877	9,024	4,512
茄	267,570	74,920	66,873	85,622	26,757	13,379
トマト	730,800	204,624	182,700	233,856	73,080	36,540
胡瓜	431,730	120,884	109,933	138,154	43,173	21,587
南瓜	244,880	62,966	56,220	71,962	22,488	11,244
西瓜	243,600	68,208	60,900	77,952	24,360	12,180
菜豆	66,528	18,278	16,632	21,289	6,653	3,677

牛　蒡	49,050	13,734	12,263	15,696	4,905	2,453
里　芋	77,440	21,683	19,360	24,781	7,744	3,872
蕪	147,150	41,202	36,788	47,088	14,715	7,358
菜　類	167,616	46,933	41,904	53,637	16,762	8,381
豌　豆	55,584	15,564	13,896	17,787	5,558	2,779
甜　瓜	120,000	33,600	30,000	38,400	12,000	6,000

第10表の如く本市の農業は，他の都市近郊のそれと同様に特筆すべきものはないが，立地条件を生かした都市近郊園芸地帯としての特色が見られる。米の供出販売価額は2,300万円にすぎないが，白菜の販売価額は2,970万円，大根は2,457万円に達し，その他トマト，胡瓜，ホウレン草など農家経営上関与するところはなはだ大きく，北九州の大消費地をひかえ，今後の努力研究次第ではその前途は明るい。

蔬菜の生産物はほとんど地区別の農協組合による共同出荷がなされ，北九州青果株式会社に一手販売され，なお出荷はトラック輸送がなされ，近郊園芸地帯としての優位性が見られる。

Ⅳ．結　　　言

若松市は都市近郊農業地帯として発達し，その成績も見るべきものがあるが，連作による種々の原因によって生産が阻害されている。

春作蔬菜については地形上季節風，曇天が多いなどのための育苗困難等の原因により技術水準が低い。このため防風林の設置，育苗技術の向上が望まれる。

台地のため夏期の乾燥はなはだしく干害を受け易く，収量が激減することがある。このためスプリンクラー，水揚機等の設備の急務を必要とする。

秋作蔬菜は大体安定しているが，今後その特徴を発揮するために栽培の合理化を推進すべきである。

今後家畜を導入して土壌の地力保持増強する必要がある。家畜による堆肥の増産を図り，深耕を行なわねばならない。

Ⅴ．摘　　　要

若松市の農業は都市近郊の特色を示している。それ故に毎年連作がつづけられていたので近年種々の理由によって生産がのびなやみの状態となっている。この対策として調査を行なった。

(1)　水稲の生産は大部分が秋落ち地帯のため収量が少ない。

(2) 春作の蔬菜は天候の不良，季節風の影響のために，他の都市近郊に比較して，栽培技術が劣る。

(3) 秋作の蔬菜は大部分葉菜類であり。その栽培面積，収量も多い。

Report on the Survey of Field Crops in Wakamatu City, Hukuoka Prefecture

By

Tadao YATOMI and Keiichi KOGA

(Laboratory of Horticulture, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

Résumé

The horticultual management have been developed in suburb of Wakamatu city from Meizi period, but recently the production of crops decreased gradually by cause of several reasons. For the countermeasure of expantion of the yield, the survey of the field crops have been done.

The result of the survey are summarised as follows:

(1) The culture method of seedlings is difficult by the seasonal wind and shortage of sunshine in spring and the need of improvement of techniques of vegetable culture is keenly felt.

(2) The crops on the upland field are sometimes suffered from the drought in summer and the yield is decreased.

(3) The growth and the yield of the vegetable crops in autumn are generally favorable.

福岡県若松市の畑地土壌調査

石　橋　　　一*

H. Ishibashi: Report on a Soil Survey in the Upland Fields of Wakamatu City, Hukuoka Prefecture

福岡県若松市よりの依頼により若松市畑地綜合調査の一部として，同所土壌の改良ならびに畑作物増産の基礎資料となすため，昭和34年度において，若松市畑地土壌調査を行なった

以下同年度に行なった成績を報告する。調査地域は同市東部の一部を除くほとんど全域の畑地300ヘクタールであり現地調査地点は別図のとおりである。

I．野外調査

野外調査は昭和34年7月～8月に行なった。野外調査成績を表示すれば第1表のとおりである

第1表　野外調査成績

番号	場所	耕作者	地目	標高 傾斜	層断面形態 層位	深さ(cm)	色	土性	地下水位	地質
1	初日字隠田	柴田　政雄	畑	10m以下 平　坦	A B C	0～17 17～75 75以下	暗灰色 黄褐色 岩盤	壌土 埴土	1m以下	中生層
2	初日字宮野畑	白橋　武雄	畑	10m以下 南西へ低く2°	A B	0～10 10～100	淡黄褐色 赤褐色	埴壌土 埴土	1m以下	中生層
3	頓田字新法字	大庭　勝	畑	10m 南東へ低く1°	A B C	0～18 18～90 90～100	暗褐色 赤褐色 灰暗色	埴壌土 埴土 埴土	1m以下	三紀層
4	払川字竹並浦浪	重住　正已	畑	10m 平　坦	A B	0～10 10～100	暗灰褐色 淡黄褐色	埴壌土 埴壌土	1m以下	三紀層
5	竹並本谷字小深谷	宮野　直敏	畑	10m 北東へ低く2°	A B C	0～14 14～93 93～100	暗褐色 赤褐色 黄褐色	壌土 壌土 砂壌土	1m以下	三紀層
6	竹並中谷字西ヶ浦	武富千代吉	畑	20m 東へ低く2°	A B C	0～12 12～50 50～100	暗灰褐色 黄褐色 赤褐色	埴壌土 埴土 埴土	1m以下	三紀層

* 山口大学教授（農学部土壌肥料学研究室）

7	竹並本谷向ケ浦	宮野　亀雄	畑	30m 平　　坦	A B C	0～24 24～50 50～100	暗褐色 赤褐色 白色の層を有する淡褐色	埴壤土 埴壤土 埴壤土	1m以下	三紀層
8	竹並中谷字野口	宮野　庄吉	畑	30m 東へ低く 2°	A B	0～10 10～100	暗褐色 赤褐色	埴土	1m以下	三紀層
9	竹並本谷字竹ケ鼻	波田野幸夫	畑	10m 西へ低く 1°	A B C	0～15 15～80 80～100	暗褐色 黄褐色 淡灰色	壤土 埴壤土 砂壤土	1m以下	三紀層
10	竹並本谷字大畑	野口　敏雄	畑	20m 西へ低く 2°	A B	0～14 14～100	暗灰褐色 黒斑を有する赤褐色	埴壤土 埴土	1m以下	三紀層
11	竹並本谷字大頭	平安イツ子	畑	20m 東へ低く 2°	A B C	0～12 12～95 95～100	灰褐色 褐色 青黒の斑点を有する褐色	壤土 壤土 壤土	1m以下	三紀層
12	竹並中谷字民矢	平安　武敏	畑	10m以下 平　　坦	A B	0～21 21～100	暗褐色 淡黄褐色	埴壤土 埴土	1m以下	三紀層
13	蚕住上字切畑	松尾　　貞	畑	20m 南東へ低く1°	A B C	0～16 16～51 51～100	黒褐色 暗赤褐色 黒褐色の斑点を有する赤褐色	砂壤土 壤土 埴土	1m以下	三紀層
14	蚕住上字古館	大庭　重敏	畑	10m 南へ低く 2°	A B C	0～13 13～90 90～100	黒褐色 黄褐色 黄褐色	砂壤土 壤土 埴壤土	1m以下	三紀層
15	蚕住中字神ノ前	重田　隆吉	畑	10m 東へ低く 1°	A B C	0～7 7～90 90～100	灰黄褐色 淡赤褐色 淡黄褐色	埴壤土 埴土 埴土	1m以下	三紀層
16	蚕住中字原	住田　繁雄	畑	10m 平　　坦	A B G	0～11 11～64 64以下	黒褐色 赤褐色 赤黄色斑点を有する灰白色	埴壤土 埴土 埴土	1m以下	三紀層
17	蚕住下字返丁	重田　哲夫	畑	10m以下 東へ低く 1°	A B G	0～8 8～14 14以下	褐色 暗褐色 暗褐色斑点を有する灰白色	埴壤土 埴土 埴土	1m以下	三紀層
18	蚕住中字井上	山崎久太郎	畑	10m以下 平　　坦	A B G	0～10 10～88 88以下	黄褐色 褐色 淡黄褐色	埴壤土 埴土 埴土	1m以下	三紀層
19	乙丸字又江	松井　　久	畑	10m以下 北東へ低く1°	A G	0～19 19以下	暗褐色 赤褐色の斑点を有する灰白色	壤土 埴壤土	1m以下	三紀層
20	乙丸字前原	野口　繁雄	畑	10m 北東へ低く4°	A G	0～16 16以下	淡黒褐色 褐色の層を有する灰白色	埴壤土 埴壤土	1m以下	三紀層
21	有毛東字国松	三好　徳夫	畑	10m 北へ低く 2°	A B C	0～25 25～60 60～100	淡褐色 赤褐色 黄褐色	埴壤土 埴壤土 埴壤土	1m以下	三紀層
22	有毛東字古屋園	天野　文雄	畑	30m 北東へ低く2°	A B	0～30 30～100	黄灰褐色 赤褐色	砂壤土 埴土	1m以下	三紀層
23	有毛東字亀ノ甲	松浦新一郎	畑	20m 南へ低く 1°	A B G	0～32 32～90 90以下	赤褐色 淡灰褐色 灰褐色	埴土 埴土 埴土	1m以下	三紀層
24	有毛東字末松	三好　大興	畑	20m 南へ低く 1°	A G	0～20 20以下	暗黄褐色 褐色の層を有する灰白色	埴土 埴土	1m以下	三紀層
25	有毛東	吉住　春雄	畑		A B C G	0～10 10～50 50～70 70～100	暗褐色 淡赤褐色 灰黄色 灰黄色	埴土 埴土 埴土 埴土	1m以下	中生層

26	有毛開拓	天野　豪	畑	20m	A	0～19	黒褐色	砂壌土	1m	三紀層
				南西へ低く1°	B	19～100	赤褐色	埴壌土	以下	
27	有毛中字木角	能間　恒樹	畑	10m	A	0～12	暗褐色	壌土	1m	三紀層
				南西へ低く1°	B	12～100	赤褐色	埴土	以下	
28	有毛中字山川	松浦　八郎	畑	10m以下	A	0～23	暗黄褐色	壌土	1m	三紀層
				南東へ低く2°	B	23～100	赤褐色	壌土	以下	
29	有毛中字浜田	松浦　八郎	畑	10m	A	0～15	暗黄褐色	壌土	1m	三紀層
				北西へ低く2°	B	15～78	黄褐色	埴壌土	以下	
					C	78～100	黄褐色	埴壌土		
30	有毛大江字今原	守田　広男	畑	10m	A	0～25	黄褐色	埴壌土	1m	三紀層
				南西へ低く2°	B	25～100	赤褐色	埴土	以下	
31	有毛大江	永住　進	畑		A	0～15	灰褐色	埴壌土	1m	三紀層
					B	15～95	淡赤褐色	埴土	以下	
					C	95～100	灰色	埴土		
32	有毛大江字赤道	守田　秀治	畑	10m以下	A	0～22	暗褐色	埴壌土	1m	三紀層
				西へ低く3°	B	22～100	赤褐色	埴土	以下	
33	有毛西字赤道	松浦卯七郎	畑	10m以下	A	0～30	褐色	壌土	1m	三紀層
				西へ低く1°	B	30～100	赤褐色	埴土	以下	
34	有毛西字高尾	藤島　光男	畑	10m	A	0～29	黒褐色	埴壌土	1m	三紀層
				南へ低く2°	B	29～100	赤褐色	埴壌土	以下	
35	岩屋字辻	本田　久子	畑	30m	A	0～12	暗褐色	埴壌土	1m	三紀層
				南へ低く1°	B	12～100	赤褐色	埴土	以下	
36	岩屋字辻	本田　誠	畑	20m	A	0～16	黒褐色	砂壌土	1m	三紀層
				平坦	B	12～100	黄褐色	壌土	以下	
					G	70以下	黄褐色	壌土		
37	新屋敷字早間前	田中　忠之	畑	20m	A	0～26	黒褐色	壌土	1m	三紀層
				北西へ低く3°	B	26～97	褐色	埴土	以下	
					G	97以下	灰白色	埴土		
38	新屋敷	豊島　秋生	畑		A	0～20	暗褐色	埴壌土	1m	三紀層
					B	20～45	赤褐色	埴壌土	以下	
					C_1	45～75	黄褐色	砂土		
					C_2	75～100	黄褐色	砂壌土		
39	新屋敷字片内	天野　治幸	畑	10m以下	A_1	0～27	赤褐色	埴壌土	1m	三紀層
				西へ低く1°	A_2	27～46	暗赤褐色	埴壌土	以下	
					B	46～100	黄褐色	埴土		
40	新屋敷字片内	豊島　忠夫	畑	10m	A	0～32	黒褐色	壌土	1m	三紀層
				西へ低く4°	B_1	32～47	灰黄褐色	壌土	以下	
					B_2	47～100	赤褐色	埴土		
41	岩屋字早間	林　栄三郎	畑	10m	A_1	0～15	暗褐色	埴壌土	1m	三紀層
				南東へ低く4°	A_2	15～30	褐色	埴土	以下	
					G	30以下	黄色の斑点を有する灰白色	埴土		
42	岩屋字早間	石田　繁	畑	10m	A	0～17	褐色	砂壌土	1m	三紀層
				北西へ低く4°	B	17～35	赤褐色	埴壌土	以下	
					G	35以下	黄褐色斑点を有する灰白色	埴壌土		
43	安屋逆水字逆水	藤島　秀治	畑	10m	A	0～26	黄褐色	砂土	1m	三紀層
				東へ低く1°	B	26～100	淡赤褐色	砂壌土	以下	
44	安屋逆水字淡竹	本田　次敏	畑	20m	A	0～8	黄褐色	壌土	1m	三紀層
				南へ低く3°	B	8～67	黄赤褐色	埴壌土	以下	
					G	67以下	灰黄色	壌土		
45	安屋逆水字逆水	福島　重徳	畑	30m	A_1	0～18	黒褐色	砂壌土	1m	三紀層
				南へ低く3°	A_2	18～31	暗褐色	壌土	以下	

					B_1 B_2	31～49 49～100	暗褐色 赤褐色	埴土 埴土		
46	安屋逆水字犬啼	本田 晴	畑	20m 北へ低く 5°	A_1 A_2 B	0～24 24～46 46～100	黒褐色 黒褐色 暗褐色	砂壌土 壌土 埴土	1m 以下	三紀層
47	安屋逆水字三十田	藤島 秀治	畑	20m 南西へ低く5°	A G	0～15 15以下	淡褐色 灰白色		1m 以下	三紀層
48	安屋逆水字犬啼	藤島 一重	畑	20m 南へ低く 1°	A B	0～34 34～100	褐色 赤褐色	壌土 埴土	1m 以下	三紀層
49	安屋逆水字長浦	本田 文夫	畑	20m 南へ低く 3°	A G	0～20 20～100	暗黄褐色 灰白色	壌土 埴土	1m 以下	三紀層
50	安屋逆水字菰倉	本田 芳松	畑	20m 北西へ低く1°	A B C	0～15 15～85 85～100	赤褐色 淡褐色 暗褐色	埴壌土 埴壌土 埴土	1m 以下	三紀層
51	安屋逆水字繁田	大庭 理男	畑	20m 南西へ低く2°	A B G	0～13 13～35 35～100	淡褐色 黄褐色 灰黄色	埴壌土 埴土 埴土	1m 以下	三紀層
52	安屋逆水	大庭 幸男	畑		A_1 A_2 B	0～15 15～30 30～100	暗褐色 褐色 黄褐色	埴土 埴土 埴土	1m 以下	三紀層
53	安屋後字黄船	大庭 貫之	畑	10m以下 平坦	A G	0～10 10以下	淡黄褐色 灰黄色	砂壌土 壌土	1m 以下	三紀層
54	安屋後字こもろ	小林 安男	畑	20m 南東へ低く2°	A B	0～40 40～100	褐色 暗黄褐色	埴土 埴土	1m 以下	三紀層
55	安屋後字こもろ	藤島 亀義	畑	10m 北へ低く 1°	A	0～100	黒褐色	埴壌土	1m 以下	三紀層
56	安屋後字北畑	山本 久美	畑	10m以下 南東へ低く1°	A B C	0～20 20～74 74～100	暗黄褐色 淡黒褐色 黄褐色	砂壌土 埴土 埴土	1m 以下	三紀層
57	安屋後	大庭 輝美	畑		A B G_1 G_2	0～20 20～30 30～90 {90～95 {95～100	暗灰色 暗灰色 灰色 黄色 灰色	壌土 埴土 埴土 埴土 埴土	1m 以下	三紀層
58	安屋中谷字森崎	三浦 義則	畑	10m以下 南東へ低く1°	A B C	0～11 11～56 56～100	暗黄褐色 赤褐色 灰黄褐色	壌土 埴土 埴壌土	1m 以下	三紀層
59	安屋中谷西ヶ浦	大野 晴	畑	10m 平坦	A B	0～32 32～100	暗褐色 暗黄褐色	埴壌土 埴土	1m 以下	三紀層
60	安屋中谷 黄[illegible]寺	大庭 輝雄	畑	10m 北西へ低く1°	A B C	0～18 18～88 88～100	暗黄褐色 黒褐色 淡赤褐色	壌土 埴壌土 埴土	1m 以下	三紀層
61	安屋向童子ヶ浦	三浦 [illegible]義	畑	20m 北東へ低く2°	A B_1 B_2	0～11 11～35 35～100	暗黄褐色 黄褐色 暗黄褐色	埴壌土 埴壌土 埴壌土	1m 以下	三紀層
62	安屋向字尼掛	梶野 実雄	畑	30m 北へ低く 1°	A B	0～26 26～100	暗黄褐色 赤褐色	埴壌土 埴土	1m 以下	三紀層
63	安屋向字今光	梶野 実雄	畑	20m 南東へ低く2°	A B_1 B_2 C	0～25 25～47 47～95 95～100	黄褐色 暗黄褐色 淡赤褐色 黄褐色	壌土 埴壌土 埴壌土 埴壌土	1m 以下	三紀層

64	安屋向字竹下	本田 三八	畑	10m以下 北へ低く 1°	A	0～15	暗褐色	埴壌土	1m以下	三紀層
					B	15～49	赤褐色	埴土		
					G	49～100	黄灰褐色	埴壌土		
65	安屋字竹未	三浦 一美	畑		A	0～20	暗褐色	壌土	1m以下	三紀層
					B_1	20～75	黄褐色	埴土		
					B_2	75～80	赤褐色	砂土		
					C	80～100	黄褐色	砂土		
66	内平字大久保	山本 政雄	畑	30m 西へ低く 2°	A	0～17	褐色	埴土	1m以下	中生層
					B	17～70	黄褐色	埴土		
					C	70～100	暗赤褐色	岩盤		
67	内平字平石	平山 喜重	畑	40m 北西へ低く2°	A	0～24	暗赤褐色	埴土	1m以下	中生層
					B	24～100	赤褐色	埴土		
68	頓田内平	大庭 博文	畑		A	0～20	淡赤褐色	埴壌土	1m以下	中生層
					B	20～100	赤褐色	埴土		
69	内小竹字平川	平山 武末	畑	50m 北西へ低く3°	A	0～25	暗褐色	埴土	1m以下	中生層
					B	25～100	暗赤褐色	埴土		
70	内小竹字平川	平山 久行	畑	30m 平坦	A	0～17	褐色	埴壌土	1m以下	中生層
					B	17～60	赤褐色	埴土		
					C	60～100	黄斑を有する淡赤褐色	埴土		
71	内小竹字一反畑	香山 光雄	畑	70m 南西へ低く1°	A	0～13	暗黄褐色	埴土	1m以下	中生層
					B_1	13～55	赤褐色	埴土		
					B_2	55～100	淡黄褐色	埴土		
72	内小竹字内小竹	香山 真治	畑	50m 南西へ低く1°	A	0～15	黒褐色	埴土	1m以下	中生層
					B	15～100	赤褐色	埴土		
73	畠田字谷ノ下	大庭 新三	畑	30m 南西へ低く1°	A_1	0～21	淡黄褐色	埴壌土	1m以下	中生層
					A_2	21～36	淡黄褐色	埴土		
					B_1	36～63	淡褐色	埴土		
					B_2	63～100	赤褐色	埴土		
74	畠田字神ノ前	天野 良一	畑	40m 平坦	A	0～15	淡褐色	埴土	1m以下	中生層
					B_1	15～61	灰褐色	埴土		
					B_2	61～100	赤褐色	埴土		
75	小竹中字鬼ケ坂	平安 隆	畑	40m 北東へ低く2°	A	0～16	褐色	埴土	1m以下	中生層
					B	16～100	赤褐色	埴土		
76	小竹中字浦ノ上	平安 種雄	畑	20m 平坦	A	0～14	褐色	埴壌土	1m以下	三紀層
					B	14～100	赤褐色	埴土		
77	小竹字西ノ寄	大庭 土弘	畑		A	0～12	灰褐色	埴土	1m以下	中生層
					B	12～80	褐色	埴土		
					C	80～100	赤褐色	埴土		
78	相川下字山ノ田	大庭 章	畑	40m 平坦	A	0～11	暗褐色	埴土	1m以下	中生層
					B	11～67	黄褐色	埴土		
					C	67～100	灰黄色斑点を有する赤褐色	埴土		
79	相川下字山ノ神	大庭 義信	畑	60m 北へ低く 2	A	0～16	黒褐色	埴土	1m以下	中生層
					B	16～100	黄色斑点を有する赤褐色	埴土		
80	相川中字風尾	大庭 重信	畑	50m 平坦	A	0～12	暗褐色	埴土	1m以下	中生層
					B_1	12～65	赤褐色	埴土		
					B_2	65～84	黄色層を有する暗褐色	埴土		
					C	84～100	灰色	埴土		
81	小石字本村	藤島 熊一	畑	10m以下 平坦	A	0～27	黄褐色	埴土	1m以下	中生層
					B_1	27～56	褐色	埴土		
					B_2	56～82	黄色層を有する赤褐色	埴土		
					G	82以下	青灰色	埴土		

82	小石字中尾	高崎　常雄	畑	40m 平　坦	A B	0～16 16～100	暗黄褐色 赤褐色	埴土 埴土	1m以下	中生層
83	小石中尾開拓	小熊　稔男	畑	140m 南東へ低く7°	A B	0～27 27～100	暗赤褐色 赤褐色	埴土 埴土	1m以下	中生層
84	小石中尾開拓	愛甲　久夫	畑	150m 北西へ低く15°	A B_1 B_2 B_3	0～21 21～70 70～82 82～100	暗赤褐色 赤褐色 赤褐色 青灰色，黒色斑点を有する淡褐色	埴土 埴土 埴土 埴土	1m以下	中生層
85	小石開拓字小糸	大庭　七作	畑	100m 北く低く10°	A B	0～29 29～100	淡黒褐色 赤褐色	埴土 埴土	1m以下	中生層
86	小石開拓字小糸	岡本　宣栄	畑	100m 北東へ低く2°	A B	0～32 32～100	黒褐色 赤褐色	埴土 埴土	1m以下	中生層
87	畑谷	岡田　近吉	畑	70m 東へ低く20°	A B	0～14 14～100	黄褐色 赤褐色	埴土 埴土	1m以下	中生層
88	畑谷開拓	岡田　常雄	畑	130m 東へ低く15°	A B	0～16 16～100	黒褐色 灰色，赤褐色の斑点を有する暗黄褐色	埴土 埴土	1m以下	中生層
89	藤木東	増田　正夫	畑	110m 平　坦	A B	0～17 17～100	褐色 青灰色，黒色斑点を有する淡褐色	赤土 埴土	1m以下	中生層
90	藤木開拓字童子丸	榎　与市	畑	160m 南へ低く1°	A B	0～19 19～100	黒褐色 暗黄褐色	埴土 埴土	1m以下	中生層
91	藤木開拓字童子丸	竹下　猛男	畑	180m 南へ低く2°	A_1 A_2 B	0～25 25～37 37～100	灰黄褐色 黒褐色 黄褐色	埴土 埴土 埴土	1m以下	中生層
92	塩屋開拓	上野　吉雄	畑	10m 平　坦	A B_1 B_2	0～9 9～40 40～100	暗黄褐色 淡黄褐色 黄褐色	埴土 埴土 埴土	1m以下	三紀層
93	塩屋開拓	佐田　吾一	畑	30m 北東へ低く1°	A B G	0～11 11～49 49～100	黒褐色 暗黄褐色 赤褐色斑点を有する灰白色	埴土 埴土 埴土	1m以下	三紀層
94	浅川字山口	村田　耕作	畑	10m 平　坦	A B C	0～12 12～37 37～100	黒褐色 黄褐色 灰白色	埴壌土 埴壌土 埴壌土	1m以下	三紀層

Ⅱ．土壌分析調査

現地調査の際採取したA層土壌は，室内に拡げて充分風乾した後各種分析調査に供した。

1．器械的分析

調査方法はわが国の現行法により，コプスキー関氏淘汰器を用い，各団地の代表土壌について行なった。その成績は第２表のとおりである。

第２表および第１表によれば，器械的分析数28中埴土11点で最も多く，また内10点は中生層，１点が第三紀層である。埴壌土はこれに次ぎ９点で全部第三紀層である。壌土および砂壌土は各４点で，内壌土１点が中生層であるほかはすべて第三紀層である。また概して礫の含量が多い。

第2表　器械的分析成績

調査番号	原土100分中	細土100分中					土性
	礫	粗砂	細砂	微砂	砂合量	粘土	
	%	%	%	%	%	%	
1	4.75	19.57	20.89	23.81	64.27	35.73	壌土
4	12.75	10.15	23.95	25.21	59.31	40.69	礫に富む　埴壌土
6	14.50	47.30	15.69	11.70	76.69	23.31	礫に富む　砂壌土
10	37.00	28.56	9.10	15.46	57.12	42.88	礫に頗る富む埴壌土
16	32.00	20.28	22.24	16.90	59.42	40.58	礫に頗る富む埴壌土
19	9.75	33.84	13.83	14.06	63.73	36.27	礫を含む　壌土
25	24.00	26.32	10.84	8.07	45.23	54.77	礫に富む　埴土
31	10.10	40.57	12.88	6.69	60.14	39.86	礫に富む　埴壌土
34	2.75	48.19	4.74	7.07	60.00	40.00	埴壌土
35	8.00	45.77	5.97	8.21	59.95	40.05	礫を含む　埴壌土
38	5.50	57.43	5.83	6.25	69.53	30.47	礫を含む　壌土
39	1.50	46.69	5.03	6.17	57.89	42.11	埴壌土
45	3.00	61.49	15.64	5.57	82.70	17.30	砂壌土
52	8.50	56.92	14.45	7.63	69.00	31.00	礫を含む　壌土
53	21.50	53.01	13.64	11.56	78.21	21.79	礫に富む　砂壌土
56	16.50	53.73	14.11	11.12	78.96	21.04	礫に富む　砂壌土
57	21.00	18.09	4.35	16.41	38.82	61.18	礫に富む　埴土
65	4.25	38.88	9.21	7.72	55.81	44.19	埴壌土
67	8.75	15.23	8.07	18.09	41.39	58.61	礫を含む　埴土
68	16.00	14.41	5.81	15.08	35.30	64.70	礫に富む　埴土
70	14.50	12.53	4.85	20.22	37.60	62.40	礫に富む　埴土
75	25.00	10.83	6.05	26.45	43.33	56.67	礫に富む　埴土
77	8.75	3.55	4.65	21.91	30.11	69.89	礫を含む　埴土
79	8.50	9.92	5.24	16.28	31.44	68.56	礫を含む　埴土
82	8.25	5.22	4.50	22.40	32.12	67.88	礫を含む　埴土
87	17.00	5.68	7.19	13.99	26.86	73.14	礫に富む　埴土
90	3.25	5.72	4.19	28.41	38.32	61.68	埴土
94	5.00	11.67	22.55	18.24	52.46	47.54	礫を含む　埴壌土

（備考）(1)　調査番号は野外調査と同一である。

(2)　原土中礫の%が5～10は礫を含む，10～30%は礫に富む，30～50%は礫に頗る富む，と呼ぶ。

2．化学的分析

(1)　$\frac{N}{10}$ HCl 可溶燐酸および加里，ならびに酸度および pH

$\frac{N}{10}$ HCl 可溶燐酸および加里は比色法により，酸度は常法により，また pH は 1 N KCl 浸出液につき比色法で行なった。その成績は第3表のとおりである。

第3表　$\frac{N}{10}$HCl 可溶燐酸および加里，ならびに酸度および pH

調査番号	$\frac{N}{10}$HCl可溶（細土100g中mg.）燐酸	$\frac{N}{10}$HCl可溶（細土100g中mg.）加里	置換酸度 ($y_1 \times 3$)	加水酸度 ($y_1 \times 3$)	pH (N.KCl)
1	7.0	3.5	0.59		6.9
2	4.0	0.5	1.18	27.44	5.8
3	2.0	5.0	1.48	33.64	5.8
4	4.0	3.0	1.77		5.6
5	7.0	3.0	0.59	15.35	6.5
6	3.0	2.0	0.89		5.8
7	(土壌採取せず)				
8	1.0	0.5	52,30	62.71	3.8
9	3.0	1.0	1.63	32.01	5.4
10	9.0	13.0	4.73		6.6
11	7.0	3.0	0.44	0.13	5.8
12	2.0	1.5	0.89	42.14	7.1
13	4.0	4.0	0.59	19.93	5.2
14	3.0	3.0	0.74	49.32	5.2
15	2.0	2.0	0.74	25.60	5.6
16	1.0	1.0	0.39		6.9
17	1.0	5.0	1.77	53.57	5.4
18	3.0	1.0	2.36	37.87	4.8
19	1.0	4.5	1.92		5.4
20	8.0	10.0	0.89	21.70	5.8
21	1.0	3.0	0.59	21.56	5.2
22	9.0	6.0	0.74	21.23	6.0
23	2.0	4.5	15.37	81.66	4.0
24	4.0	1.0	0.89	14.05	5.6
25	2.0	1.0	1.18		5.4
26	2.0	2.0	1.18	25.45	5.6
27	6.0	9.0	1.17	32.01	6.0
28	6.0	1.5	3.25	42.79	4.2
29	6.0	1.5	11.82	51.61	3.8
30	8.0	8.5	0.59	18 95	5.4
31	7.0	1.0	6.21		5.1
32	5.0	1.0	0.89	29.07	5.4
33	2.0	1.5	1.77	25.45	6.6
34	2.0	4.5	2.66		4.6
35	2.0	1.0	1.77		5.2
36	4.0	6.0	0.89	23.52	5.4
37	4.0	6.0	0.89	23.52	5.4
38	3.0	1.0			4.4
39	3.0	8.0	8.27		4.0
40	9.0	4.0	0.59	14.04	6.4
41	1.0	2.0	1.18	22.21	5.4
42	7.0	1.0	1.48	19.93	5.8
43	5.0	0.5	2.36	39.85	4.4
44	1.0	5.0	1.48	20.25	6.2
45	2.0	2.0	1.12		4.8
46	3.0	3.0	6.50	42.46	4.1
47	2.0	2.5	1.77	40.18	4.6
48	2.0	1.0	9.46	40.83	4.0
49	2.0	2.5	2.36	19.76	5.6
50	3.0	4.5	0.89	25.31	6.0
51	2.0	1.5	0.59	19.27	5.5
52	4.0	7.5	3.84		5.2
53	2.0	1.0	0.59		5.3
54	3.0	2.0	0.74	79.37	5.2
55	5.0	4.5	0.74	24.82	5.4
56	9.0	2.5	1.48		5.1
57	7.0	3.5	1.74		5.4
58	5 0	0.5	0.30	14.00	6.4
59	3.0	0.5	18.32	59.45	4.0
60	7.0	1.0	0.74	18.62	6.4
61	7.0	1.0	0.59	16.50	5.4
62	10.0	8.5	0.30	7.62	
63	10.0	4.0	0.30	13.72	6.5
64	2.0	1.5	1.1[illegible]	31.86	5.3
65	10.0	1.0	2.94		5.3
66	2.0	5.0	2.66	46.18	5.4
67	2.0	0.5	4.43		4.4
68	2.0	1.5	1.48		6.0
69	1.0	6.0	0.44	17.64	5.4
70	1.0	0.5	1.03		5.4
71	2.0	3.0	3.25	42.14	4.6
72	2.0	1.0	0.59	30.70	6.0
73	1.0	1.0	1.77	22.54	5.0
74	1.0	3.5	0.89	20.53	5.0
75	3.0	2.0	2.07		5.2
76	3.0	1.0	1.18	8.92	5.6
77	1.0	1.0	0.89		5.8
78	1.0	0 5	1.18	18.29	5.4
79	3.0	1.0	8.27		4.2
80	2.0	0.5	1.18	19.92	5.2
81	8.0	10.0	6.21	46.38	4.2
82	2.0	1.5	14.18		4.0
83	1.0	1.5	1.77	21.56	6.0
84	1.0	1.0	2.07	39.52	6.4
85	1.0	1.0	0.30	18.29	6.[illegible]
86	1.0	5.0	4.43	37.89	4.4
87	1.0	0.5	3.64		4.4
88		1.0	12.12	40.18	4.0
89	1.0	0.5	6.21	29.46	4.2
90	1.0	2.5	1.49		5.8
91	1.0	3.0	10.94	61.41	4.2
92	1.0	7.0	2.36	26.13	5.0
93	1.0	3 5	2.66	6.53	6.4
94	1.0	5.0	2.07		5.8

(2) 全窒素，腐植含量，置換容量，ならびに可給態微量要素含量

腐植はチューリン法，全窒素はケルダール法，置換容量は SCHOLLENBERGER の醋酸アンモニューム法を 1/10 規模に縮少した改良法[1]を用いて分析を行なった。微量要素は，銅は P. L. HIBBARD の方法[2]に従い KCl の 0.05N の液に醋酸を加えて pH を 3.2 とし，この液 200cc に風乾細土 5g を入れて 5 時間振盪し，この液につき R. S. HOLMES の方法[3]により分析した。亜鉛は，銅と全く同様の方法にて分析液を作り，志波清時氏の示した方法[4]により分析を行なった。硼素は W. T. DIBBLE 外の方法[5]により分析を行なった。これらの成績は第4表のとおりである。

第4表　全窒素，腐植含量，置換容量，ならびに可給態微量要素含量

調査番号	全窒素 %	腐植 %	炭素 %	C/N	置換容量 m.e./100g	可給態微量要素 p.p.m. 銅	亜鉛	硼素
1	0.141	2.66	1.54	10.95	12.05	1.39	23.42	0.40
4	0.211	2.95	1.71	8.13	19.30	1.20	31.92	0.46
6	0.175	1.94	1.12	6.42	7.65	2.90	31.75	0.50
10	0.219	3.55	2.06	9.41	20.30	1.92	24.96	0.28
16	0.210	1.60	0.93	4.42	14.29	1.89	36.96	0.60
19	0.211	1.92	1.11	5.27	11.09	1.58	18.72	0.48
25	0.106	0.90	0.52	4.95	—	2.02	14.96	0.22
31	0.140	1.10	0.64	4.56	—	3.15	3.52	0.45
34	0.211	2.26	0.73	3.46	7.30	1.26	13.20	0.56
35	0.140	1.38	0.80	5.70	11.70	3.78	22.80	0.44
38	0.175	0.98	0.57	3.25	11.44	1.51	26.64	—
39	0.222	0.86	0.50	2.25	10.90	1.26	9.36	0.34
45	0.140	0.74	0.44	3.16	—	1.15	40.28	0.62
52	0.110	1.40	0.82	3.88	7.06	2.52	13.92	—
53	0.237	1.21	0.71	2.46	7.70	1.01	14.88	0.32
56	0.105	1.23	0.71	6.79	6.60	3.53	36.00	0.36
57	0.280	2.81	1.63	5.83	5.77	3.15	36.24	0.40
65	0.105	1.48	0.86	8.16	9.87	3.28	9.60	0.46
67	0.141	1.91	1.11	7.84	—	3.15	15.84	0.50
68	0.106	2.16	1.25	6.74	11.55	3.53	24.24	0.36
70	0.219	2.10	1.22	5.57	17.38	2.52	38.88	0.44
75	—	3.22	1.87	—	11.60	1.64	47.28	0.48
77	0.177	2.82	1.64	9.24	12.04	2.40	34.56	—
79	0.141	2.30	1.33	9.46	—	1.26	18.24	0.28
82	0.105	2.22	1.29	12.27	9.55	3.64	16.32	0.42
87	—	2.43	1.41	—	6.66	3.15	20.16	0.36
90	0.176	2.07	1.20	6.84	13.10	3.64	16.32	0.24
94	0.211	4.64	2.63	12.30	13.42	0.63	27.12	0.36

(3) 粘土鉱物の色素吸収反応

調査地点中器機的分析を行なった27点の土壌の粘土につき過酸化水素で処理したのち，色素吸収反応[6]を行ない次の成績をえた。

色素吸収反応の結果	調査番号
モンモリロナイトを主体としこれにイライトを混ずるもの	4 57
カオリナイトを主体としこれにモンモリロナイトおよびイライトを混ずるもの	19 31 34 35 38 39 45 52 62 65 67 68 70 75 77 79 87 90
はっきりしないもの	1 6 10 25 53 56 82 94

以上の成績によれば本調査地域の粘土鉱物の大部分はカオリナイト系を主とする。

Ⅲ. 土壌区分と化学分析成績

現地調査における土層断面形態によれば，本調査地域の土壌型は，先ず赤色ポドソールと褐色森林土との中間的で全体としては，赤色ポドソールの方に近いとも考えられるが，土壌型の追及は本調査の目的でないのでこれを行なわず，本調査においては，作物栽培上の関係を考慮し，土層断面形態および地質，土性より調査地域を次の土壌区に分けた。

第5表 土壌区分

土壌区	調査番号
Ⅰ A層B層共に埴土よりなるもの 中生層	25 66 67 69 70 71 72 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91
Ⅱ A層B層共に埴土よりなるもの 三紀層	23 52 54 92 93 94
Ⅲ A層B層が埴土或は埴壌土よりなるもの 中生層	1 2 31 73
Ⅳ A層B層が埴土或は埴壌土よりなるもの 三紀層	3 4 6 7 8 9 10 12 15 16 17 18 21 22 26 27 29 30 32 33 34 35 37 38 39 41 42 44 45 46 48 49 50 51 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 68
Ⅴ A層B層共に壌土よりなるもの	5 11 13 14 28 36 40 43
Ⅵ グライ層を有するもの	19 20 24 47 53

上表の土壌区の境域を定め，土壌図を作製するための調査は本年度においては未了である。第5表の土壌区別にしたがい，化学分析成績を平均して示せば第6表のとおりである。

第6表によれば，各成分ともに大，小の範囲広く，かつ平均数が異なるため比較が困難であるが，土壌区との間に概して次のことが認められる。

0.1N，HCl 可溶燐酸および加里は，土壌区A層B層ともに埴土よりなるものは，土

第6表　土壌区別化学分析成績

土壌区		0.1N. HCl 可溶 p.p.m.		置換酸度	加水酸度	pH N. KCl	全窒素	腐植	置換容量 m.e./100g	C/N	微量要素 p.p.m.		
		P_2O_5	K_2O	$y_1\times3$	$y_1\times3$		%	%			Cu	Zn	B
A層B層ともに埴土よりなるもの 中生層	平均数	24	25	25	16	25	7	9	6	7	9	9	8
	範囲	1.0～8.0	0.5～10.0	0.3～14.18	8.82～61.41	4.0～6.4	0.11～0.22	0.90～3.22	6.66～17.38	4.95～12.27	1.64～3.64	16.32～47.28	0.22～0.50
	平均	[illegible].8	2.2	3.7	31.2	5.1	0.15	2.22	11.72	8.12	2.60	25.84	0.37
A層B層ともに埴土よりなるもの 三紀層	平均数	6	6	6	4	6	2	2	2	2	2	2	1
	範囲	1.0～4.0	2.0～7.5	0.74～15.77	6.53～81.66	4.0～6.4	0.21～0.22	1.40～4.04	7.06～13.42	3.88～12.30	0.63～2.52	13.92～27.12	
	平均	2.0	4.9	4.51	48.42	5.3	0.22	2.72	10.24	8.09	1.57	20.52	0.36
A層B層が埴土および埴壌土よりなるもの 中生層	平均数	4	4	4	2	4	2	2	1	2	2	2	2
	範囲	1.0～7.0	1.0～3.5	0.59～6.2	22.54～27.44	5.0～6.9	0.14～0.14	1.10～2.66	12.05	4.56～10.95	1.39～3.15	3.52～23.42	0.40～0.46
	平均	4.8	1.5	12.41	24.99	5.7	0.14	1.88	12.05	7.7	2.27	13.46	0.43
A層B層が[illegible]なるもの 三紀層	平均数	45	45	44	32	44	13	13	12	13	13	13	12
	範囲	1.0～10.0	0.5～9.0	0.59～18.32	7.82～59.45	3.8～7.1	0.11～0.22	0.74～3.55	7.30～20.30	2.25～9.41	1.15～3.78	9.60～40.28	0.28～0.62
	平均	4.1	3.1	3.59	29.15	5.5	0.14	1.76	11.39	5.67	2.33	33.45	0.45
A層B層共に壌土よりなるもの	平均数	8	8	8	8	8							
	範囲	3.0～9.0	0.5～6.0	0.44～3.25	10.13～49.32	4.2～6.5							
	平均	5.6	3.1	1.81	26.87	5.3							
グライ層を有するもの	平均数	5	5	5	3	5	2	2	2	2	2	2	2
	範囲	1.0～8.0	1.0～10.0	0.59～1.92	14.05～40.18	4.6～5.8	0.21～0.23	1.22～1.92	7.70～11.09	2.46～5.27	1.01～1.58	14.88～18.72	0.32～0.44
	平均	3.4	3.8	1.21	25.31	5.3	0.249	1.57	9.39	3.87	1.29	16.80	0.40

壌区が埴土および埴土壌よりなるものに比し，燐酸は地質を問わず著しく低く，加里はその反対に前土壌区が同地質ではやや高い。また燐酸は前土壌区では中生層土壌の方が第三紀層土壌よりやや少なく，後の土壌区ではその反対である。加里は両土壌区とも第三紀層土壌が中生層土壌より高い。また土壌区A層B層ともに壌土よりなるものは前2土壌区に比し，燐酸は高く，加里は中位である。また土壌区グライ層を有するものは燐酸および加里ともに中位である。

置換酸度は，土壌区A層B層ともに壌土よりなるもの，および土壌区グライ層を有するものはその他のものに比し低い。その他のものでは土壌区A層B層ともに埴土よりなるものが，土壌区A層B層ともに埴土および埴壌土よりなるものより高い。また両土壌とも第三紀層のものが中生層のものより高い傾向がある。

加水酸度は，各土壌による差が少ないが，土壌区A層B層ともに埴土よりなるものは，土壌区A層およびB層が埴土および埴壌土よりなるものに比し，やや大である。また両土壌区とも第三紀層のものが中生層のものより大である。

pH は，ほとんどが7以下，すなわち酸性で，調査した92点中で中性のものは調査番号12の pH 7.1のみである。また pH 5.0 以下の相当に酸の強いものは24点に達する。

全窒素含量は，土壌区グライ層を有するもの最も多く，また土壌区A層B層ともに埴土よりなるものは，土壌区A層B層が埴土および埴壌土よりなるものより多い。

腐植は概して，土壌区A層B層ともに埴土よりなるものが多い。

置換容量は土壌区による差が少ない。また同一土壌区では中生層が第三紀層よりやや大である。

炭素率は，土壌区A層B層ともに埴土よりなるものが最も高く，土壌区A層B層が埴土および埴壌土よりなるものこれに次ぎ，土壌区グライ層を有するものは最も低い。

微量要素は，銅，亜鉛ともに概して土壌区グライ層を有するものが少ない，また中生層比較では，土壌区A層B層ともに埴土よりなるものが，土壌区A層B層が埴土および埴壌土よりなるものより多く，第三紀層比較ではその反対である。硼素は各土壌区とも大差がない。

Ⅳ. 土壌の改良ならびに施肥上留意すべき点

先ず本調査地域において本成績の用い方は，土壌区の特徴が劃然としないので，これに重点をおくのは適当でない。しかし他方調査地点が多く密に分布しているので，次の要領で本成績を用いるがよい。

すなわち調査地点となった圃場およびその近接圃場はその調査地点の成績を用い，近接した調査地点のない圃場は，土層断面型態を検しいずれの土壌区に属するかを定め，その土壌区の成績を用ふる。

さて本調査成績より土壌改良ならびに施肥上留意すべき点を述べれば次のとおりである。

(1) 0.1 N，HCl 可溶燐酸および加里含量は，土壌により相当異なり，細土 100g 中燐酸 1.0～9.0 mg，加里 0.5～13.0 mg である。この量は，燐酸，加里とも特に加里は豊富ではない。これら含量の多少を考慮してその施用に努めることが肝要である。

(2) 置換酸度は 0.44～52.30，加水酸度は 0.13～62.71，pH は3.8～7.1 で，pH 7.1 の1点を除けば他はいずれも酸性である。概して pH 6.0 以下のものは石灰を施用して中和するがよい。中和に要する石灰の量は，置換酸度より次の如く算出する。

10アール当り深さ 20cm の土壌の酸を中和する場合には，置換酸度（$y_1 \times 3$）1 に対し炭酸石灰 10.00kg または生石灰 5.61kg または消石灰 7.41kg として計算し，実際には，その1.5倍量くらいを用いる。しかし置換酸度が大きく石灰があまり多量となるときは3回くらいに分施する。

(3) 全窒素 0.105～0.287％，平均 0.179％で，大正4年より大正7年に行なわれた福岡県施肥標準調査成績による多数土壌の平均窒素 0.205％に比すれば，これを上廻るものは，分析数26点中11点，それ以下のもの15点で，窒素は豊富ではない。これが施用に努める要がある。

(4) 腐植含量は 0.86～4.64％で分析数28点中26点は3％以下で概して腐植含量は少ない。森田氏の柑橘園土壌の分析成績[7]によるも中生層，および第三紀層土壌は腐植含量の少ない部に属するが，本調査地はさらに礫に富むもの多く，腐植の分解が盛んなことによるためとも考えられる。腐植含量の少ないことは窒素含量の少ないこととも関連がある。なお生産力豊かな土壌の腐植含量は4％くらいとされている。本分析土壌では調査番号の34，1点のみが4％に達しているに過ぎず，他はほとんど3％以下で，これよりはるかに低い。いずれも有機質肥料，特に堆肥，厩肥，野草あるいは緑肥，塵芥等を多量に施して腐植の増加を計る要がある。

(5) 置換容量は，5.77～19.30 で概して低く，この点は，ポドソールよりむしろラテライトの場合に近い。これは粘土鉱物中モンモリナイト系のものが少なく，カオリン系のものが多い点および腐植含量の少ないこととも関連があると考えられる。このような土壌は窒素および加里は一時に多量を施さず分施する方が宜しい。

(6) 可給態微量要素含量は，銅 0.63～3.14，平均 3.00 p.p.m. で，これを志波氏が同様の浸出法により，信州上田地方の土壌21点につき行なった成績[8](0.5～8.8，平均3.0 p.p.m.)に比すれば大差ない。亜鉛は，3.52～47.28，平均 23.86 p.p.m. でこれと同様の浸出法により志波氏が上田地方の土壌28点につき行なった成績[4](0.2～2.6，平均1.0 p.p.m.) に比すれば著しく多い。また著者等が同様な方法により調査した山口県大島郡の土壌14点の 2.0～33.0 p.p.m. に比するも少なくない。ただしこの内含量の少ない個々の土壌は注意する要がある。硼素は，0.22～0.62，平均 0.41 p.p.m. である。参考事項を述べると硼素欠乏症状の発生する硼素の量は作物によっても異なるが，各地の土壌分析成績を綜合すれば，欠乏症状の発生する土壌は硼素含量 0.1 p.p.m. 以下のものが多い[9]とのことである。また平井教授[10]のリンゴについての調査成績によればリンゴ縮果病の発生する地区は水溶性硼素 0.25 p.p.m. 以下であり，良好地区は 0.45 p.p.m. であったという。

V. 要　　約

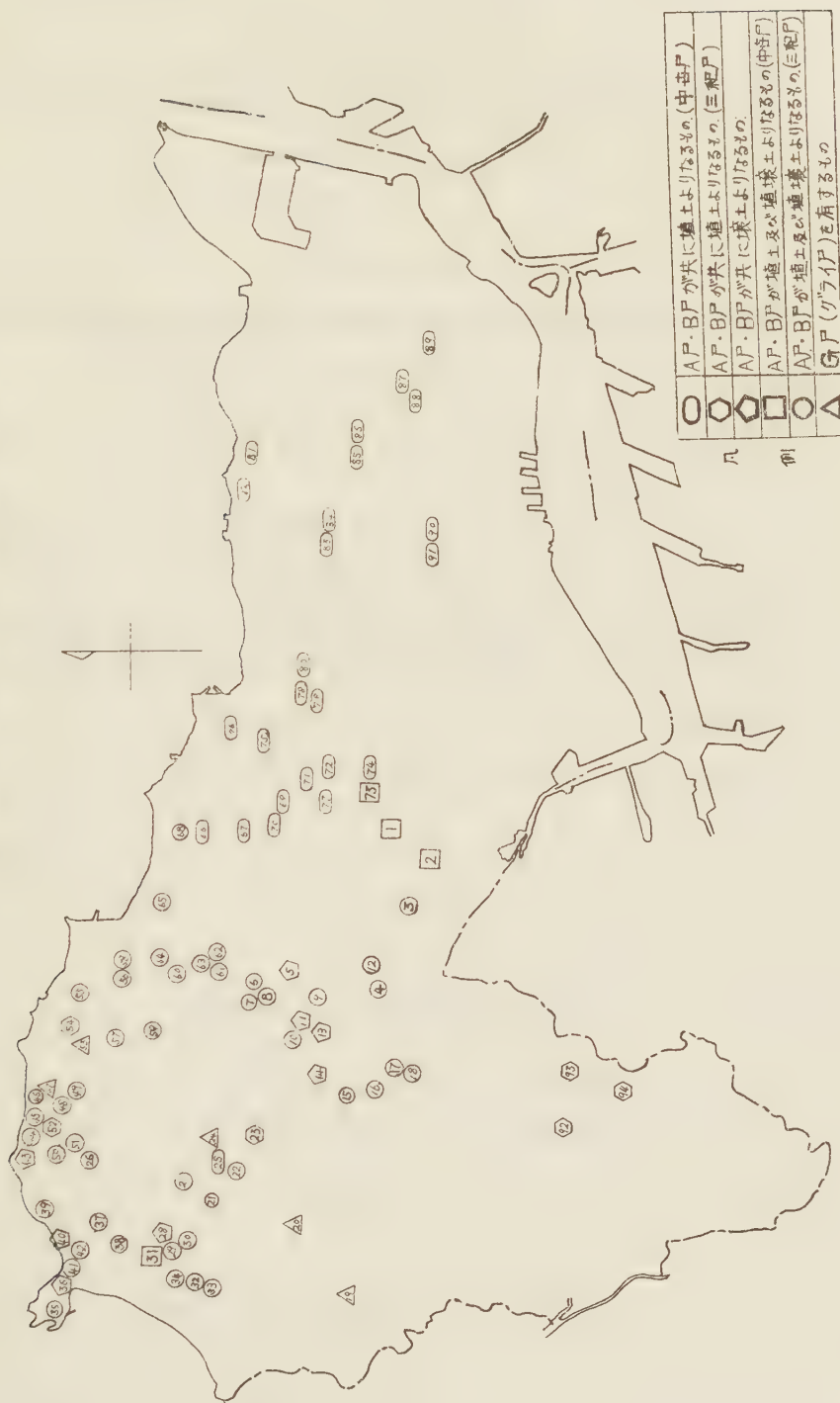
昭和34年度において，福岡県若松市の依頼により，同市畑地の土壌調査を行なった。

調査は94地点の土層断面型態，稀酸可溶燐酸および加里量，置換酸度，加水酸度，pH，内28地点の器械的分析並に窒素量，腐植量，可給態微量要素量，置換容量等につき行なった。その結果，土壌を5の土壌区に分けたが，各々の特徴は判然としなかった。最後にこれらの成績より，有機質自給肥料の増施により腐植含量を高め置換容量をも増すこと，酸を中和すること，燐酸，加里特に加里の施用に注意することなど土壌を改良し施肥上留意すべき点を述べた。

終りに本調査は，山口大学秋山圭司，岡本銀三郎，深沢清，原田精二の諸氏の労に負うところが多い。ここに深く感謝の意を表する。

引　用　文　献

1. 東大農学部，農化教室，改訂新版実験農芸化学，59頁，1960.
2. HIBBARD, P.L. (1940), A soil zinc survey in California. Soil Science, 49. 63—72.
3. HOLMES, R.S.(1945), Determination of total copper, zinc, cobalt and lead in soils and soil solutions. Soil Science, 59, 77—84.
4. 志波清時（1951），土壌及び緑葉中の微量要素含量に就て（第2報）亜鉛含量，日土肥誌，22，123—125.
5. DIBBLE, W. T., TRUOG, E. and BERGER, K. C. (1954), Boron determination in soils and plants. Anal. Chem. 26, 418—421.
6. 江川友治(1955) 土壌改良，Vol. 30, No. 39.
7. 森田修二(1944) 本邦柑橘園土壌の理化学的研究.
8. 志波清時(1951) 土壌及び緑葉中の微量要素含量に就て（第1報）銅含量，日土肥誌 22，26—28.
9. 山崎　伝(1958) 農業技術年鑑，土壌肥料全編 397.
10. 平井敬蔵(1943) 土壌中の硼素含量に就て，日土肥誌 17，302—303.

若松市土壌調査地略図
凡例
AP・BPが共に埴土よりなるもの（中生P）
AP・BPが共に埴土よりなるもの（三紀P）
AP・BPが共に壌土よりなるもの
AP・BPが埴土及び壌土よりなるもの（中生P）
AP・BPが埴土及び壌土よりなるもの（三紀P）
GP（グライP）を有するもの

Report on a Soil Survey in the Upland Fields of Wakamatu City, Hukuoka Prefecture

By

Hajime ISHIBASHI

(Laboratcry of Soil and Fertilizers, Fuculty of Agriculture, Yamaguti University)

Résumé

This is a report on a soil survey made on the upland field in Wakamatu City, Hukuoka Prefecture.

The soil of 94 places in the district was examined in horizon and bed at profiles, texture, and chemical composition.

As a result, five soil types were found, and instructions of how to improve the fertility of soil, and how to elevate the yield of crops, is shown for the benefit of the farmers.

福岡県若松市畑地蔬菜の土壌病害に関する調査

湯　川　敬　夫*

Y. YUKAWA : Soil Infectious Diseases of Field Crops in Wakamatu City, Hukuoka Prefecture

I. 緒　　言

本報告は昭和34年度に若松市当局の委嘱により実施された同市畑地土壌綜合調査の一部であり，同地域における畑作土壌病害の発生状況を調査した結果をまとめたものである。

調査期間が限られていたために年間を通じての畑作物の病害発生相の詳細な実態を把握することはできなかったが，夏期および秋期における同地域の蔬菜土壌病害の発生状況についての概要を知ることができた。

なお本調査実施に当っては若松市農林課当局の援助ならびに河野学園教諭田辺大吉氏の努力に負うところが大きかった。記して感謝の意を表する。

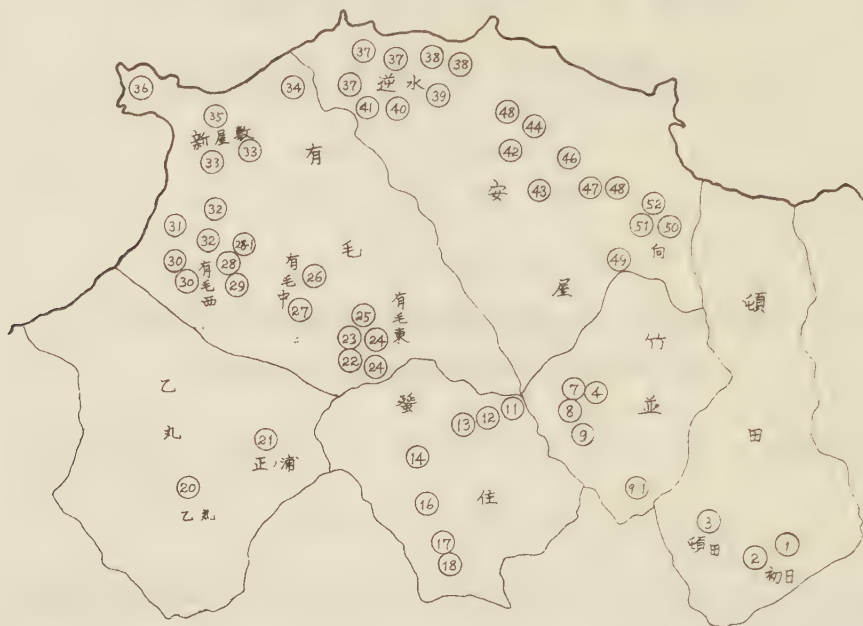
II. 畑作蔬菜の土壌病害実態調査結果

若松市における畑作地帯である頓田，安屋，有毛，蜑住の4地帯を調査地域とし，各地域を10地区に分け，さらに各地区から4～5点をとりこれを調査地点（計52点）とした。全調査地点は第1図に示すとおりである。

春播き蔬菜に関しては8月上旬に，秋播き蔬菜に関しては11月上旬にそれぞれ土壌伝染性疾病の発生状況を現地に調査した。

春播き蔬菜に関する実態調査の結果は次のとおりである。

---

* 山口大学助教授（農学部植物病学研究室）

第1図　若松市畑地土壌病害調査地点　（番号は地点番号）

第1表　春播き蔬菜病害実態調査結果

調査地点名 地点番号	蔬菜名	土壌病名	病状	被害程度	地上部病名	土壌採取
1. 初日	キウリ	蔓割	軽	少	ウドンコ病，ベト病多	○
〃	シロウリ	—	—	—	ベト病甚	
〃	トマト	萎凋病	重	中	ウイルス病多，夏疫病多	
〃	ササゲ	—	—	—	銹病多	
〃	スイカ	—	—	—	炭疽病少	
〃	西洋カボチヤ	—	—	—	ウドンコ病少	
〃	カンラン	白腐病	重	少	—	
〃	スイカ	蔓割病	重	甚	—	○
2. 初日　野畑	キウリ	—	—	—	ベト病多	○
3. 頓田　新法寺	スイカ	—	—	—	—	○
〃　〃	トマト	萎凋病	重	少	ウイルス病多，炭疽病少	
〃　〃	西洋カボチヤ	蔓割病	重	中	ウドンコ病，ベト病多	
〃　〃	トマト	萎凋病	重	少	ウイルス病多，夏疫病，疫病，尻腐病多	
4. 竹並　小深田	スイカ	蔓割病	重	甚	—	○
5. 竹並　西ヶ浦	トマト	—	—	—	ウイルス病中	

〃	〃	マクワウリ	—	—	—	ベト病，ウドンコ病多	○
6. 竹並	中 谷	トマト	萎凋病	重	少	ウイルス病，尻腐病中	○
7. 竹並	野 口	露地メロン	—	—	—	ベト病多	
〃	〃	トマト	萎凋病	重	多	ウイルス病少	
8. 竹並	向ヶ浦	スイカ	—	—	—	ウドンコ病多	
〃	〃	トマト	萎凋病	重	中	夏疫病，尻腐病多	○
〃	〃	カンラン	白腐病	重	中	—	
9. 竹並	内 田	トマト	萎凋病	重	多	夏疫病甚，ウイルス病多	○
9-1. 竹並	常 石	キウリ	—	—	—	ベト病，ウドンコ病甚	○
10. 竹並	神ノ矢	トマト	萎凋病	重	多	ウイルス病，夏疫病多 疫病，尻腐病少	
11. 蟹住	大 畑	ナ ス	青枯病	重	少	—	○
〃	〃	キウリ	蔓割病	軽	少	ベト病，ウドンコ病中	
12. 蟹住	切 畑	マクワウリ	—	—	—	ベト病，ウドンコ病少	
〃	〃	サツマイモ	—	—	—	黒星病少	○
〃	〃	トマト	萎凋病	重	甚	ウイルス病中，夏疫病多	
13. 蟹住	古 立	ササゲ	—	—	—	Alternaria sp. 少	○
14. 蟹住	神ノ前	スイカ	蔓割病	重	甚	—	○
〃	〃	ササゲ	—	—	—	—	
〃	〃	ナ ス	—	—	—	褐斑病少	
15. 蟹住	宗 明	マクワウリ	蔓割病	重	甚	ベト病少	
〃	〃	サツマイモ	—	—	—	—	
16. 蟹住	小敷畑	マクワウリ	—	—	—	—	○
17. 蟹住	井 上	スイカ	蔓割病	重	多	—	○
18. 蟹住	梅 海	スイカ	蔓割病	重	甚	生育極めて不良	
19. 蟹住	原 向	シロウリ	—	—	—	ウドンコ病中	
〃	〃	マクワウリ	蔓割病	重	多	ベト病多	
20. 乙丸	又 江	スイカ	蔓割病	軽	中	—	
〃	〃	キウリ	蔓割病	重	多	ベト病多，ウドンコ病中	○
21. 正ノ浦	前原	キウリ	蔓割病	軽	多	ベト病多	
〃	〃	トマト	—	—	—	ウイルス病，夏疫病多 疫病少	○
22. 有毛東	国松	スイカ	蔓割病	軽	少	ベト病甚	
〃	〃	トマト	萎凋病	軽	少	ウイルス病甚，尻腐病少	
23. 有毛	古屋園	キウリ	蔓割病	軽	甚	ベト病多	○
〃	〃	ナ ス	—	—	—	—	
〃	〃	トマト	—	—	—	ウイルス病，夏疫病多	

24. 有毛 山ノ口	トマト	萎凋病 白絹病	重 重	少 多	ウイルス病，夏疫病多	○
25. 有毛東 葛巻	ブドウ	白紋羽病	重	少	—	○
26. 有毛 中	トマト	萎凋病 白絹病	重 重	多 少	ウイルス病，夏疫病 疫病，尻腐病少	○
27. 有毛 山川	ナス	立枯病	重	多	—	○
〃 〃	ブドウ	—	—	—	—	○
28. 有毛 浜田	マクワウリ	—	—	—	線虫多	○
29. 有毛 今宗	トマト	—	—	—	ウイルス病少	
〃 〃	キウリ	—	—	—	ベト病少	
30. 有毛 赤道	トマト	不明	—	—	ウイルス病多，枯死	○
31. 有毛西 高尾	キウリ	蔓割病	重	少	ベト病中	
〃 〃	ニンジン	—	—	—	斑点病中	
〃 〃	マクワウリ	—	—	—	ベト病少	○
〃 〃	トマト	萎凋病	重	多	夏疫病，ウイルス病多	
32. 新屋敷 岩名	キウリ	蔓割病	重	少	ベト病，ウドンコ病多	○
〃 〃	トマト	萎凋病 白絹病	重 重	多 中	ウイルス病，疫病少	○
33. 新屋敷早間田	マクワウリ	蔓割病	重	多	ベト病少	
〃 〃	トマト	—	—	—	ウイルス病，尻腐病多	○
〃 〃	キウリ	蔓割病	重	少	ベト病甚，ウドンコ病少	
34. 新屋敷 片内	トマト	萎凋病	軽	少	ウイルス病甚 疫病，尻腐病少	○
35. 新屋敷 平田	キウリ	蔓割病	重	少	ベト病少	○
36. 新屋敷 辻	トマト	萎凋病 白絹病	重 重	甚 甚	ウイルス病中 夏疫病少	○
〃 〃	ウリ	—	—	—	ベト病甚	
37. 安屋 逆水	ナス	—	—	—	—	○
〃 〃	ウリ	蔓割病	軽	少	ベト病多	
〃 〃	トマト	萎凋病	軽	少	夏疫病甚，ウイルス病多	○
37-1. 〃 〃	トマト	萎凋病 白絹病 立枯病	重 重 重	少 多 多	ウイルス病多	○
〃 〃	スイカ	蔓割病	重	多	—	
〃 〃	ウリ	—	—	—	ベト病多	
38. 安屋 犬啼	トマト	—	—	—	疫病多，尻腐病中	
〃 〃	マクワウリ	—	—	—	ベト病甚	
〃 〃	トマト	—	—	—	ウイルス病甚 夏疫病多，疫病少	
38-1. 〃 〃	トマト	—	—	—	ウイルス病甚，夏疫病多	○
39. 安屋 逆水	トマト	萎凋病	重	少	ウイルス病甚，夏疫病多	○
40. 安屋 吹崎	トマト	萎凋病 白絹病	重 重	少 中	ウイルス病，夏疫病多	○
41. 安屋 茂田	キウリ	蔓割病	重	少	ベト病，ウドンコ病少	○

42. 安屋 獄 倉	トマト	萎凋病	重	少	ウイルス病，夏疫病多 尻腐病少	
43. 安屋 森 山	トマト	（萎凋病 白絹病	重 重	少 中	ベト病多，ウイルス病少	○
〃 〃	キウリ	—	—	—	ベト病多	
44. 安屋 内 尾	トマト	萎凋病	重	多	ウイルス病多，夏疫病少	○
45. 安屋 尊舟寺	トマト	（萎凋病 白絹病	重 重	多 多	ウイルス病多，夏疫病少	○
46. 安屋 入 尾	トマト	白絹病	重	甚	ウイルス病多，夏疫病少	○
〃 〃	キウリ	蔓割病	重	多	ベト病，ウドンコ病多	○
47. 安屋 花 畑	トマト	不 明	—	—	ウイルス病多，疫病中	○
48. 安屋 中 谷	トマト	白絹病	重	中	ウイルス病多，夏疫病少	
〃 〃	マクワウリ	—	—	—	ベト病中	
49. 安屋 向童子ケ浦	キウリ	—	—	—	ベト病多	○
50. 安屋 〃	トマト	（萎凋病 白絹病	重 重	多 中	ウイルス病，夏疫病 ベト病多	
〃 〃	キウリ	—	—	—	ベト病多	
51. 安屋 山 口	トマト	萎凋病	重	多	ウイルス病，尻腐病多	○
52. 安屋 今 光	トマト	萎凋病	重	中	ウイルス病，尻腐病中 夏疫病少	
〃 〃	スイカ	—	—	—	生育不良	○
53. 安屋 蓮ノ輪	トマト	萎凋病	重	中	ウイルス病多	
	キウリ	—	—	—	ベト病多	

以上のように春播き蔬菜に関して全地域を通じて発生した主要土壌病害はトマトの萎凋病，白絹病およびスイカならびにその他ウリ類の蔓割病などであった（第2図，第3図，第4図参照）。いまこれらの病害について発見された地点数およびその頻度を各地帯別に示すと次のようになる。

第2表　春播き蔬菜の主要土壌病害の各地帯における発生頻度

病名 区別 地帯	トマト萎凋病			トマト白絹病			スイカ蔓割病			その他のウリ類の蔓割病		
	調査地点数	発病地点数	頻度%	調査地点数	発病地点数	頻度%	調査地点数	発病地点数	頻度%	調査地点数	発病地点数	頻度%
頓田	3	3	100	3	0	0	2	1	50	5	2	40
竹並	6	5	35	6	0	0	2	1	50	3	0	0
安屋	17	11	65	17	6	34	1	0	0	9	3	33
蜑住	1	1	100	1	0	0	3	3	100	6	3	50
有毛	11	7	63	11	4	36	1	1	100	10	5	50
乙丸	2	0	0	2	0	0	1	1	100	4	3	75
計	39	27	69.2	39	11	28.2	10	7	70.0	37	16	43.0

調査地点当りの発病頻度はトマト萎凋病，スイカ蔓割病が約70％を示し，ついでその他のウリ類の蔓割病が43％，トマト白絹病が28.2％を示した。ナスでは青枯病が時に発見されたが，その他の蔬菜では土壌病害は概して少なかった。

第2図　トマト萎凋病の発生地点　　白円は無発病地　黒円は発病地

第3図　トマト白絹病の発生地点　　白円は無発病地　黒円は発病地

第4図　瓜類蔓割病の発生地点　　白円は無発病地
黒円は発病地

第3表　秋播き蔬菜病害実態調査結果

調査地点名	蔬菜名	品種名	病害名	備考
1. 竹並　中谷	ハクサイ	理　想	—	粘質土，35年間連作 生育極めて良好
〃　〃	ニンジン	金　時	—	
〃　〃	カ　ブ	武　久	—	
〃　〃	ダイコン	宮　重	—	
2. 〃　本谷	ハクサイ	理　想	—	生育極めて良好
〃　〃	カ　ブ	武　久	ベト病	
〃　〃	ダイコン	宮　重	—	
〃　〃	ホウレンソウ	禹　城	ベト病	
〃　〃	カンラン	豊田早生	ベト病	
3. 蟹住　古立	ニンジン	金　時	—	
〃　〃	ダイコン	青首宮重	ベト病 ウイルス病	
〃　〃	ハクサイ	長岡新1号	ウイルス病	
4. 有毛　中	ハクサイ	理　想	—	
〃　〃	ダイコン	宮　重	—	
〃　〃	ハクサイ	長岡新1号	—	
〃　〃	ハクサイ	理　想	—	

5. 新屋敷	カンラン	不明	ベト病	
〃	ハクサイ	理想	一	根腐病数年前には発病があったという
安屋 逆水	カンラン	長岡中早生	ベト病	
〃 〃	ハクサイ	理想	一	
〃 〃	ワケギ	不明	黒斑病	
〃 〃	シュンギク	大葉，小葉	一	
〃 〃	ハクサイ	長岡 60日	一	
〃 〃	ハクサイ	理想	一	
安屋 向	ハクサイ	長岡交配	白腐病	
〃 〃	カンラン	彦島	白斑病	
〃 〃	カンラン	大御所	黒星病，ベト病 黒斑病	
島郷 内小竹	ハクサイ	理想	ベト病	
〃 〃	ホウレンソウ	次郎丸	ベト病	

秋播き蔬菜に関する調査結果は上表のとおりである。当市周辺畑作地帯では古くからハクサイの産地として名高く，栽培面積の比率も高い。上記調査地点はその一部であるが，ハクサイでは地上部の病害もほとんど大した被害なく，僅かにウイルス病，ベト病などが見られた程度で生育極めて良好であり，地下部を侵害するいわゆる土壌病害は全然発見されなかった。しかし一個所に白腐病の発生を見た。白腐病は地際部を侵害し地下部の病害ではないが，その病原細菌が地中にて生存し得る点より土壌病菌と見なし得るものであり，ハクサイの収獲期には被害が大となり，軽視することはできない。その他の蔬菜においてもこの時期には土壌病害は見られなかった。

Ⅲ. 各地点採取土壌中の土壌細菌および糸状菌数

土壌の微生物相を調査し，土壌病害発生の様相との関係を知らんとして，各地点から採取した土壌中に含まれる細菌類および糸状菌類の分離培養試験を試み，各地区間の比較を行なった。

試験方法は次のようである，細菌の分離用にはソーントン氏寒天培養基を，糸状菌の分離用にはワックスマン氏寒天培養基を用いた。採取土壌より常法により 10^{-6}g まで稀釈したサンプル土壌から各培養基上に分離培養を行い，細菌用には50時間，糸状菌用には40時間後にそれぞれ形成されたコロニー数を算定して，土壌乾物量1g当りの数値とした。

測定結果は次のとおりである。

第4表　各地点採取土壌中の細菌数および糸状菌数

地点番号	土壌採取地点	乾土1g中の細菌数（単位100万）	供試土壌中から分離された糸状菌				
			Fusarium sp.	Corticium sp.	Penicillium sp.	Rhizopus sp.	Aspergillus sp.
1	初日	60			4		
1―1	〃	129			4		
2	初日野畑	250			1		
3	頓田新法寺	163			2		
4	竹並小深田	279	2				
5	〃 西ケ浦	301	1				
6	〃 中谷	195			1		
8	〃 向ケ浦	154					
9	〃 内田	301			1		
9―1	〃 常石	94			1		
11	蜑住大畑	251			3		
12	〃 切畑	689	4		1		
13	〃 古立	397			1		1
14	〃 神ノ前	378			3	1	
19	〃 小敷畑	544			3	1	1
17	〃 井上	17			1		
20	乙丸又江	200			2	1	
21	正ノ浦前原	253			2	1	
22	有毛東国松	163			4		
23	〃 古屋園	67			4		
24	〃 山ノ口	77		1	3	1	
25	有毛東葛巻	52		2	1		
26	有毛中	306		1	1	1	
27	〃 山川	70	1	1	1		1
〃	〃 〃	94			2		
28	〃 浜田	224	1		1		
30	〃 赤道	156		1			1
31	有毛西高尾	91					
32	新屋敷岩名	522			1		
〃	〃 〃	13	1	1			
33	〃 早間田	69		1	1		
34	〃 片内	22			2		

35	新屋敷	平　田	27					1
36	〃	辻	218		4	1	2	
37	安屋	逆　水	32		1			
〃	〃	〃	244			1	2	
37—1	〃	〃	567			1		
38	〃	犬　啼	278			2		
38—1	〃	〃	120			1		
39	〃	逆　水	189		4			
40	〃	吹　崎	10			2		
41	〃	茂　田	160			3	1	
43	〃	森　山	747	1		3		
44	〃	内　尾	180		1	2		
45	〃	尊舟寺	31		1	1		
46	〃	人　尾	22					7
〃	〃	〃	67		1	2		
47	安尾	北　畑	250		3	1	1	
49	安屋向	童子ヶ浦	146		3	5		
51	〃	山　口	33		4	1		
52	〃	今　光	160	2	2	4		

第5図　各地点における土壌中の細菌数　(乾土1g中の細菌数)

上表を図示すれば第5図のようになる。蟹住竹並地区に比較的細菌コロニー数は多く分離された。*Corticium* sp. は白絹病発生地土壌から分離されたけれども *Fusarium* sp. の分離された土壌地点と萎凋病，蔓割病発生地点との関係ははっきり見出されなかった。

IV. 考　察

当地域における春播き蔬菜の実地調査の結果では土壌病害としては，トマト萎凋病の発生が最も多く，次いでトマト白絹病，キウリ蔓割病，スイカ蔓割病その他の瓜類の蔓割病，カンラン白腐病の順となり，ナス青枯病は少なく，その他白紋羽病（ブドウ）や立枯病（ナス，トマト）などが認められた。

夏期の調査では春播き蔬菜の最盛期を過ぎた時期であったために生育最盛期や雨期における発病被害状況については不明であったが，トマト萎凋病（*Fusarium oxysporum* (SCHL.) f. *lycopersici* SNYD. et HANS. による）やウリ類の蔓割病（*Fusarium oxysporum* (SCHL.) f. *niveum* (SMITH) SNYD. et HANS. による）やウリ類，ナス，トマトの白絹病（*Corticium rolfsii* CURZI による）などの病害が多かったことはこれらの病害が土壌棲息性（Soil inhabitant）の菌によるものであり，多犯性の病原菌であることから，今後は発生地においての多発，伝播の防止さらに未発生地への感染防止のために充分防除対策を講ずべきであろう。

各地点から採取した土壌中からも *Fusarium* sp. *Corticium* sp. が分離されたことは注目を要する点である。また各地点土壌中の細菌，糸状菌の分離培養試験は土壌中の腐植度および微生物相を知る上には参考となるけれども，そのサンプリングに問題があり，算定結果に示された細菌数がそのまま該地区の微生物相を代表するとは限らない。局部的には大きく差異のあることが推定される。したがつてこの調査結果から直ちに病原細菌との関係を知ることも勿論できない。

秋播き蔬菜についてはハクサイ，カンランの土壌病害を主体として調査した。当地域はハクサイの主産地であり，古くから連作されているが，その生育は極めてよく好収量を上げている。したがって土壌病害調査の重点をハクサイの根瘤病においたのであったが，実地調査の結果は全地域を通じて1株の被害株をも見出すことができなかった。その理由としては，昭和34年度には生育時期に降雨量が少なかったことにもよると思われるが，元来土性が壌土または砂壌土で排水良好なることが根瘤病の発生を防止しており，したがってハクサイには好適地であり，同時に品種の選択，その他耕種法の適切なることなどによるものであろう。

本調査によりハクサイでは一部の白腐病の発生を除いては土壌病害の皆無なることと

地上部病害も極めて少ないことを知ったが，その生育の良好なることとともにハクサイは当地域に最適なものとして今後も多収穫を上げ得るものと思われる。

V. 摘　　要

若松市畑作土壌綜合調査の一部として蔬菜土壌病害に関する実態調査を行なった。その結果土壌伝染性病害としては春播き蔬菜にはトマト萎凋病，白絹病およびスイカならびにその他のウリ類の蔓割病が全地域から見出された。

秋播き蔬菜ではハクサイ，カンランともに土壌病害の発生は白腐病以外には見られず，その生育は極めて良好であった。当地域は古くからハクサイの産地として連作されてきたが，一部の白腐病を除いては著しい土壌伝染病の存せぬことは土性の適合，適品種の選択などともにハクサイ栽培の適地なることを裏書きするものである。

各地点から採取した土壌中の細菌数，糸状菌数を計測した。土壌生棲菌として *Fusarium* sp. や *Corticium* sp. が見出された。

特に夏蔬菜に関して蔓割病，萎凋病，白絹病，秋蔬菜に関しては白腐病などの土壌伝染病の発生防止，撲滅に今後防除対策を講ずべきであろう。

Soil Infectious Diseases of Field Crops in Wakamatu City, Hukuoka Prefecture

By

Yosio YUKAWA

(Laboratory of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

Résumé

This article is a part of the report of the field investigation on vegetable crops at Wakamatu city in 1959.

The soil infectious diseases which were usually found on the summer vegetables in this district were *Fusarium* wilt of Tomato and *Cucurbitaceae* (*Fusarium oxysporum* (SCHL.) f. *lycopersici* SNYD. et HANS.), (*Fusarium oxysporum* (SCHL.) f. *niveum* SNYD. et HANS.) and *Corticium* root-rot of Tomato (*Corticium rolfsii* CURZI).

Numbers of colonies of bacteria and fungi which were isolated from 52 soil samples collected from this district were counted.

Chinese cabbage may be the most suitable vegetable in autumun in this district, for there found no soil infectious disease except soft-rot.

福岡県若松市の線虫に関する調査

森津孫四郎* ・浜崎詔三郎**

M. MORITSU and S. HAMASAKI : Soil and Plant Parasitic Nematodes of Wakamatu City, Hukuoka Prefecture

I. 緒　　言

最近線虫類による農業上の被害は大いに注目されるようになった。諸外国とともに我が国でも農作物に寄生する線虫類の調査および防除が奨励されてきたのである。この期にあたり北九州地区に於ける蔬菜園芸の発展した生産地である若松市が線虫調査に着手されたことは誠に機を得たことと考えられる。

線虫による被害は線虫そのものの性質にもよるが大きく表面に現われるものではなく慢性的，潜在的であるといえる。そしてこのことが長い間線虫による莫大な被害が比較的等閑視されてきた原因とも言えるようである。しかし最近になって線虫による被害が考慮されるようになり，その重要性がますます大きく浮かびあがってきたのである。

線虫群の動物は調査が進むにつれて，現在5000種をはるかに越えると考えられる，昆虫群に匹敵する大動物群とも考えられ，世界各地でその調査が進捗しているのである。このように種類の多いことととともにそれらの生態もまた多種多様と考えられている。すなわち自活性で自由生活をする種類，動物に寄生するもの，植物に寄生をして生活するものなどが知られ，これらのうち植物に寄生する種が多く農業上の有害線虫類として取り扱われるのである。したがって農業上の有害線虫類は線虫群全体の一部の種類にすぎないのであって，現在植物に寄生する種は 300種以上と考えられている。生活場所も動植物の体内のほか畑地あるいは山地の土壌中，河川の水の中，著しいのは温泉，大海の中とあらゆる場所へ進展していることが知られている，形態も周知のように哺乳動物に寄生する回虫の如き大形のものから体長が 0.2mmくらいの顕微鏡的なものまで多様であるが植物寄生性の線虫は小形の種が多く，体長 2mm ぐらいまでのおよそ肉眼で見わけられる程度のものである。線虫類は以上のような性質上，その調査はすべて今後に残されているといえるのである，この報告は若松市当局の依頼によって1959年 8 月から1960

* 山口大学助教授（農学部応用昆虫学研究室）
** 山口大学農学部応用昆虫学研究室

年2月までに行なった調査の結果である。調査期間が短いため，ここでは満足な報告としてとりまとめることができなかったことをことわっておきたい。

Ⅱ. 調査結果

調査は若松市内において地区別に行ない，調査地点は50余点である。線虫類は植物組織内と土壌中とに分けて検出した。また調査作物はさしあたって，その地区に多く栽培されるもの，すなわち主要作物について行ったものである。ここであらかじめことわっておきたいのは検出された線虫類の分類まで正確に調査するにいたらなかったこと，また調査作物が上記のようにその地区での主な栽培作物について行なったことである。前者については今後それぞれの標本について分類を行いたい考えであるが，作物の寄生線虫のほとんどはネコブセンチュウ（根瘤線虫）類と考えられる。また土壌中の線虫類についても分類学的には現在は全く明らかにすることができなかった，後者については主要な作物以外の作物類，あるいは雑草類などについても僅かではあるが調査したがここに報告するまでにはいたらなかった。

第1表　ネコブセンチュウの発生状況

地区名 作物名	初日	蟹住	有毛	新屋敷	逆水	中谷	内平
トマト	＋＋	＋	＋	＋＋	＋＋＋	＋	－
ナス	－	－	＋	－	＋＋＋	＋	＋
キウリ	＋	＋	＋	＋	＋	－	＋＋
シロウリ	＋＋	－	－	－	－	－	－
ニューメロン	＋	－	＋	－	－	－	－
カボチヤ	－	－	＋＋＋	－	－	－	－
スイカ	－	－	－	－	＋	－	－
ニンジン	＋	＋	－	－	－	－	－
アズキ	－	－	－	－	＋＋＋	－	－
ハクサイ	－	＋	＋	＋	＋	－	＋
カンラン		－	－	＋＋	－	＋＋	－
ダイコン		－	－	－	－	＋	－
ナタネ		＋	－	－	－	－	－
カブ		－	－	－	－	－	－
ホウレンソウ		－	－	－	－	－	－

註：それぞれの調査地区に於ける採取地点は次のようである。

初日地区……初日，新法寺，小深田，向ヶ浦，内田，神屋，大畑，西ヶ浦。

蟹住地区……蟹住，神前，井上，原ノ向，正ノ浦，正ノ浦前原，中谷，本谷，古立。

有毛地区……有毛東，古屋園，山ノ口，有毛中，有毛中山中，本谷大頭，東谷野口，東谷内田浜田，大江今宗，大江赤道，有毛西高尾，壁松。

新屋敷地区……岩屋，辻，新屋敷，早間前，片田，早間。

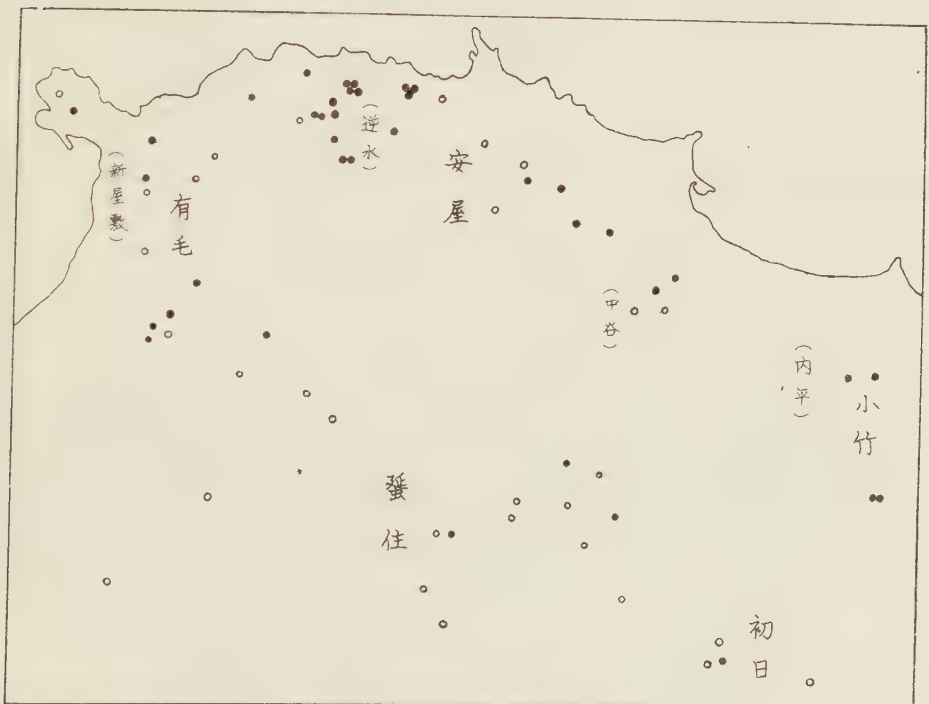
逆水地区……逆水，淡竹，犬啼，吹崎，孤倉，森山，貴船免，入尾，北畠。

安屋地区……中谷，童児浦，鵜鼠，山中，今光。
内平地区……内平，内小竹，鬼坂。

第1表は下に示している50余の地区の作物を集め，根部の組織0.5grについて線虫数（ネコブセンチュウ）を検出したものである。その結果は数で算出されたが，この表では検出された線虫の多少を示したのである。また，ある地区では畑地内の雑草についても調査したがここでは省略した。

第2表　調査地区に於ける土壌線虫の棲息密度

	初日	蜑住	有毛	新屋敷	逆水	中谷	内平
土壌線虫数	1177	1271	908	4375	3016	4079	58

第2表は第1表下に示した採取地点のそれぞれの土壌 20gr にいる線虫数の平均値であって，その数の中には成虫と幼虫が含まれている。

第1図　ネコブセンチュウの分布と密度

• は 0.5 瓦の組織内にいる1～2000の数を示す。
∘ は センチュウの検出されなかった地区である。

第2図　土壌線虫の分布と密度

• は20瓦の土壌中にいる1～3000の数を示す。

第3表　作物の種類によるゴール指数

作物名	ゴール指数	作物名	ゴール指数
トマト	4	カンランン	1
ナス	4	ダイコン	1
キウリ	4	ナタネ	1
シロウリ	1	カブ	0
ニユーメロン	1	ホウレンソウ	0
カボチヤ	3	ニンジン	2
スイカ	0	アズキ	1
ハクサイ	2		

第3表はゴール指数法による作物のネコブセンチュウによる被害状態である。指数4は線虫被害の最大を示すものであり，0は全く寄生の認められないものである。この表によればトマト，ナスなどナス科の作物に被害が多く，ついでウリ科の作物の被害が多いようである。

Ⅲ. 考　　察

1. 第1表によっても明らかなように若松市内における農作物は線虫類によって相当の害を受けていると考えられる。将来は線虫対策を大いに考慮されねばならないと云えよう。

2. 主要園芸蔬菜はほとんど線虫の加害を受けていることがわかる。これはネコブセンチュウの多食性によると考えられる。特に被害の大きい作物は第3表に示されるようにトマト，ナス，キウリ，カボチャ，ニンジンの順である。最近，栽培が発展している白菜類の被害が比較的少ないことは幸いといえよう。

3. 土壌中に自由生活をする線虫類は第2表に示されるように調査したすべての地区から検出された，その棲息密度もかなり高いようである。

4. 線虫類は生態的に土壌の性質と関係が深く，砂壌土に棲息密度が高いといわれており，この調査でも第2表のように砂壌土の多い新屋敷，逆水，中谷地区に棲息密度が高い。故にこれらの地区での線虫類による被害は特に注意がはらわれねばならないと考える。

Ⅳ. 摘　　要

若松市内の線虫類について，特に市内の蔬菜園芸のさかんな地帯において，すでに作付けされている作物を対象に調査を行なった。その結果，現在の作付けの多い作物類では相当の被害がみられるようである。また被害の程度はそれぞれの地区の土壌の性質とも関係するようである。この調査では線虫の種類が明らかにできなかったが今後の課題としてとりあげられねばならない。

Soil and Plant Parasitic Nematodes of Wakamatu City, Hukuoka Prefecture

By

Magoshiro MORITSU and Syosaburo HAMASAKI
(Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture, Yamaguti University)

Résumé

The damage caused by plant parasitic nematodes is quite serious on many cultivated crops, and has noticed by the farmers particularly common in Japan.

The authors have made an observation on soil nematodes in Wakamatu city, where is a famous district of vegetable plantation in northern Kyusyu. The results are as follows :

1. Soil and plant parasitic nematodes widely distribute in Wakamatu city as showing in Fig. 1—2.

2. It is seemed that the egg plant, tomato belonging to Solanaceae and cucumber are heavily damaged by parasitic nematodes.

3. Soil nematodes are abundant in the parts of sandy loam soil; viz. Arige, Sinyasiki and Sakamizu districts.

図　版　説　明

第8図版　トマトのネコブセンチュウによる被害
　A—B　逆水地区，昭和34年8月6日採取
　C　有毛地区，昭和34年8月5日採取
第9図版　ナスのネコブセンチュウによる被害
　A—C　逆水地区，昭和34年8月6日採取
第10図版　ネコブセンチュウによる被害
　A　白菜，内平地区，昭和34年11月6日採取
　B　ニューメロン，有毛地区，昭和34年8月5日採取
　C　ニンジン，初日地区，昭和34年8月4日採取
　D　ニンジン，蜑住地区，昭和34年11月6日採取
第11図版　ナスのネコブセンチュウ
　A　雌
　B　組織内の雌
　C　雄の幼虫

森津・浜崎：福岡県若松市の線虫に関する調査

森津・浜崎：福岡県若松市の線虫に関する調査

森津・浜崎：福岡県若松市の線虫に関する調査

森津・浜崎：福岡県若松市の線虫に関する調査